

2025

**ALEXANDRE DA
COSTA MENDES**

**TAP AR: MODERNIZAÇÃO DA
EXPERIÊNCIA AEROPORTUÁRIA**

2025

**ALEXANDRE DA
COSTA MENDES**

**TAP AR: MODERNIZAÇÃO DA
EXPERIÊNCIA AEROPORTUÁRIA**

Projeto apresentado ao IADE - Faculdade de Design, Tecnologia e Comunicação da Universidade Europeia, para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Design e Cultura Visual realizada sob a orientação científica do Doutor António Manuel Gorgel Couto Pinto, Professor Auxiliar do IADE - Faculdade de Design, Tecnologia e Comunicação da Universidade Europeia.

agradecimentos

Quero agradecer aos meus pais, amigos, ao Yoshi e à Luna por todo o suporte e companhia durante este processo.

Um obrigado especial ao meu orientador, pelo apoio e disponibilidade desde o primeiro ao último dia.

palavras-chave

Minimização de informação; Optimização; Imersão; Orientação; Acessibilidade.

resumo

Este projeto procura a melhoria da experiência de navegação e gestão de espaços nos aeroportos, explorando o uso de tecnologias interativas, como *smartphones* e realidade aumentada. O objetivo principal deste estudo é avaliar o impacto da implementação destas tecnologias na eficiência e satisfação dos passageiros. Para tal, foram analisadas três aplicações (TAP, Ryanair e Emirates) e as necessidades dos utilizadores. A proposta passa pela aplicação e adaptação dos princípios fundamentais que definem um sistema de design no redesenho da aplicação da TAP, e uma exploração do potencial da integração da realidade aumentada na mesma. Através de uma aplicação móvel equipada com esta funcionalidade, é disponibilizado o acesso a mapas bidimensionais e tridimensionais, informações em tempo real sobre voos e trajetos alternativos para evitar congestionamentos.

Keywords

Minimization of information; Optimization; Immersion; Navigation; Accessibility.

abstract

This project seeks to improve the navigation and space management experience at airports, exploring the use of interactive technologies, such as smartphones and augmented reality. The main objective of this study is to evaluate the impact of the implementation of these technologies on efficiency and passenger satisfaction. To this end, three applications (TAP, Ryanair and Emirates) and the needs of users were analyzed. The proposal involves the application and adaptation of the fundamental principles that define a design system, in the redesign of the TAP application and an exploration of the potential of integrating augmented reality into it. Through a mobile application equipped with this resource, access to two-dimensional and three-dimensional maps, real-time information on flights and alternative routes to avoid congestion are provided.

Índice

Introdução

Contexto do projeto.....	1
Motivações e justificação da escolha.....	3
Problema de Investigação.....	4
Pergunta de investigação e objetivos.....	5
Estrutura e organização do projeto.....	7

Capítulo I – Enquadramento teórico

1.Sistemas de Design.....	8
1.1 Necessidade de Sistemas de Design.....	12
1.1.1 Fundações digitais.....	15
1.1.2 Estrutura dos Sistemas de Design.....	19
1.1.3 Implementação de Sistemas de Design.....	25
2. Realidade Aumentada.....	
2.1 O passado de RA.....	28
2.1.1 Portabilidade de RA.....	33
2.2 Tipos de Realidade.....	38
2.3 Aplicações de RA.....	42
2.3.1 Artes.....	43
2.3.2 Engenharia.....	46
2.3.3 Saúde.....	47
2.3.4 Entretenimento.....	49
2.4 Navegação.....	
2.4.1 Wayfinding.....	51

2.4.2 Wayfinding em RA.....	60
-----------------------------	----

Capítulo II – Parte Prática

1. Metodologia.....	66
1.1 Auditorias das apps de bordo	
1.1.1 TAP	
1.1.1.1 Inconsistências.....	69
1.1.1.2 Cores.....	73
1.1.2 Ryanair	
1.1.2.1 Inconsistências.....	76
1.1.2.2 Cores.....	80
1.1.3 Emirates	
1.1.3.1 Inconsistências.....	82
1.1.3.2 Fator inovação.....	83
1.1.4 Atualização da app TAP	
1.1.4.1 Inconsistências.....	86
1.1.4.2 Cores.....	91
1.1.4.3 Avaliação Heurística.....	94
1.2 Gráficos de radar.....	96
1.3 Execução do Protótipo.....	100
1.3.1 Estabelecimento de bases visuais.....	100
1.3.2 Decisões de design.....	103
1.3.3 Avaliação Heurística.....	110
1.4 Testes de Usabilidade.....	112
1.4.1 Perfil dos Participantes.....	112
1.4.2 Testes Remotos não moderados.....	112
1.4.2.1 Análise comparativa das duas Iterações.....	113
1.4.3 Performance dos participantes nas tarefas.....	113
1.4.4 Testes Presenciais Moderados.....	114
2 Segunda iteração do protótipo.....	114
2.1. Melhorias a implementar	
2.1.1. Editar o questionário.....	114
2.1.2 Funcionalidade ‘Mapas do aeroporto/RA’.....	115

2.1.3 Destaque das próximas opções.....	115
2.1.4 Menu de ajuda no campo das reservas.....	115
2.1.5 Reformulação textual.....	115
Capítulo III – Conclusão	
1. Considerações finais.....	116
2. Respostas às questões de investigação.....	117
3. Limitações.....	119
Bibliografia.....	120
Anexos	
Anexo 1 - Figuras do Capítulo II – Parte Prática.....	125
Apêndices	
Apêndice 1 - Avaliação heurística da versão 7.1.1.....	171
Apêndice 2 - Testes de usabilidade.....	178
Apêndice 3 - Questionários.....	210
Iteração 1 do Questionário.....	210
Iteração 2 do Questionário.....	216
Respostas recolhidas dos testes de usabilidade.....	222
Resumo das respostas recolhidas dos testes de usabilidade.....	259
Apêndice 4 - Links dos Protótipos/Questionários.....	265
Apêndice 5 - Consentimento Informado.....	266

Glossário

Viewport

A área visível de uma interface ou tela onde o conteúdo é exibido.

Pixels

Unidade mínima de uma imagem digital ou tela. Em design web e gráfico, pixels são usados para medir resolução e dimensões visuais.

Grid

Sistema de linhas verticais e horizontais utilizadas para organizar o *layout* e o design em telas ou páginas, garantindo alinhamento e consistência visual.

Media Queries

Regras utilizadas na linguagem de estilo CSS que permitem aplicar estilos diferentes dependendo das características do dispositivo, como largura da tela, altura ou orientação.

Raios X

Radiação eletromagnética de alta energia usada para visualizar estruturas internas em medicina, indústria e ciência.

HMD

Dispositivo montado na cabeça que exibe imagens diretamente nos olhos, usado em realidade virtual e aumentada para experiências imersivas.

HUD (Head-Up Display)

Interface transparente projetada com o objetivo de transmitir informações no campo de visão do utilizador. Utilizada em veículos, aviões ou sistemas de realidade aumentada.

Headset

Dispositivo colocado na cabeça que pode incluir fones de ouvido, microfone e até realidade virtual ou aumentada.

IMU (Inertial Measurement Unit)

Sensor eletrônico que mede aceleração, rotação e orientação em dispositivos como smartphones ou headsets.

Variáveis SASS

Geralmente utilizadas para armazenar cores, fontes, tamanhos, espaçamentos, etc. estas são úteis para garantir consistência dentro do código de um projeto. Ao modificar um valor na variável, todas as instâncias onde ela é utilizada são atualizadas automaticamente.

Design tokens

Utilizados em sistemas de design, estes garantem que certos estilos sejam utilizados apenas em contextos específicos, por exemplo, um token próprio para a cor de botões, em vez de uma variável SASS para uma cor.

Framework

Um conjunto de ferramentas e regras que facilita o desenvolvimento de um software, fornecendo uma estrutura para programadores e designers trabalharem.

Modal

Componentes que se sobrepõem a qualquer instância de um website ou aplicação, frequentemente acompanhados por uma camada de transparência que escurece o fundo. Estes aparecem geralmente após uma interação, exibindo uma mensagem ou solicitando uma ação.

Pattern

Solução recorrente para um problema em design. Em design de interfaces refere-se a componentes, estruturas ou *layouts* já testados que melhoram a usabilidade de uma interface.

Bug

Erro ou falha no sistema que afeta a funcionalidade ou apresentação da interface.

Label

Elemento de texto que identifica e/ou descreve o propósito de um campo, botão ou funcionalidade numa interface.

Placeholders

Uma representação temporária do conteúdo que será adicionado posteriormente. Placeholders podem ser representados através de texto, ícones, imagens e até mesmo figuras geométricas.

Padding

Espaço entre os elementos da interface, como imagens, botões ou blocos de texto.

Card

Termo em inglês que descreve um *pattern* de design que agrupa a informação num contentor.

User friendly

Termo em inglês para descrever interfaces intuitivas e fáceis de utilizar.

Hotspots

Elementos que chamam a atenção do utilizador, através de um efeito de intermitência estes direcionam o olhar do mesmo para um ponto específico da interface.

Área útil

Parte da interface onde estão os componentes interativos e conteúdos principais que podem ser utilizados pelo utilizador – excluindo barras de navegação, cabeçalhos fixos, rodapés, etc.

Toggle

Característica de um componente que permite alternar entre dois estados opostos, como ligado/desligado ou ativo/inativo.

Índice de Figuras

Figura 1 Comparação das metodologias de Couldwell e Frost.....	20
Figura 2 Sensorama e The Sword of Damocles.....	29
Figura 3 Eyetap.....	30
Figura 4 Exemplos de marcadores fiduciais do CyberCode.....	32
Figura 5 Sistema utilizado no ARQuake.....	34
Figura 6 Navicam.....	36
Figura 7 Continuum de Realidade-Virtualidade.....	42
Figura 8 Rembrandt Reality.....	45
Figura 9 Esculturas de Jeff Koons no Snapchat.....	45
Figura 10 Realidade Aumentada num âmbito cirúrgico.....	49
Figura 11 Detalhes do estádio Green Point e do aeroporto Berlim-Brandemburgo.....	56
Figura 12 Vista egocêntrica e exocêntrica.....	63
Figura 13 Destaque dos Ícones de perfil.....	125
Figura 14 Ícones de perfil em diferentes ecrãs.....	125
Figura 15 Botão <i>Toggle</i> no componente lista telefónica.....	126
Figura 16 Caixas de texto em diferentes ecrãs.....	126
Figura 17 Cores e caixas de texto em diferentes ecrãs.....	127
Figura 18 Diferentes botões em diferentes ecrãs.....	127
Figura 19 Elementos sobrepostos em diferentes ecrãs.....	128
Figura 20 Pattern calendário em diferentes ecrãs.....	128
Figura 21 Seleção da data de voo.....	129
Figura 22 Marca gráfica da TAP.....	129
Figura 23 Cores recolhidas na auditoria da app da TAP (6.4.3).....	130
Figura 24 Comparação de cores da auditoria da app e da identidade visual da TAP.....	130
Figura 25 Comparação de cores entre diferentes ecrãs.....	131
Figura 26 Comparação de ilustrações entre diferentes ecrãs.....	131
Figura 27 Análise SWOT da app TAP.....	75
Figura 28 Problemas de adaptação com o modo de claridade do dispositivo.....	132
Figura 29 Inconsistências com o pattern do calendário Ryanair.....	133
Figura 30 Problemas de redirecionamento.....	133

Figura 31 Problema de intuitividade na reserva do voo.....	134
Figura 32 Comparação do design das duas aplicações.....	134
Figura 33 Comparação da navegabilidade das duas aplicações.....	135
Figura 34 Comparação do calendário das duas aplicações.....	135
Figura 35 Funcionalidade de Escolha de lugares Ryanair.....	136
Figura 36 Comparação de estados das duas aplicações.....	136
Figura 37 Testemunhos de utilizadores da app Ryanair.....	137
Figura 38 Funcionalidade transfers do aeroporto Ryanair.....	137
Figura 39 Paleta cromática oficial da Ryanair.....	138
Figura 40 Cores recolhidas na auditoria da app da Ryanair.....	138
Figura 41 Comparação de cores da auditoria e da Ryanair.....	139
Figura 42 Análise SWOT Ryanair.....	81
Figura 43 Inconsistências de redirecionamento na app Emirates (1).....	139
Figura 44 Inconsistências de redirecionamento na app Emirates (2).....	140
Figura 45 Inconsistências visuais na app Emirates.....	140
Figura 46 Funcionalidade Mapas do aeroporto na app Emirates.....	141
Figura 47 Visualização 3D interativa do interior do avião.....	141
Figura 48 Análise SWOT da app Emirates.....	85
Figura 49 Comparação de calendários da app TAP (versão 6.4.3 e 7.1.1).....	142
Figura 50 Calendários da app TAP (versão 7.1.1).....	142
Figura 51 Inconsistências na app TAP (1) (versão 7.1.1).....	143
Figura 52 Inconsistências na app TAP (2) (versão 7.1.1).....	143
Figura 53 Redundâncias na app TAP (versão 7.1.1).....	144
Figura 54 Comparação da funcionalidade de Ajuda na app TAP (versão 6.4.3 e 7.1.1).....	144
Figura 55 Funcionalidade de feedback na app TAP (versão 6.1.1).....	145
Figura 56 Funcionalidade de estados de voo (versão 6.1.1).....	145
Figura 57 Interface demasiado preenchida (versão 7.1.1).....	146
Figura 58 Funcionalidade de Escolha de lugares na app TAP (versão 7.1.1).....	146
Figura 59 Secção de extras na app TAP (versão 7.1.1).....	147
Figura 60 Secção de pagamento na app TAP (versão 7.1.1).....	147
Figura 61 Comparação de cores recolhidas nas auditorias na app TAP.....	148
Figura 62 Análise SWOT da app TAP (1) (versão 7.1.1).....	92
Figura 63 Análise SWOT da app TAP (2) (versão 7.1.1).....	93
Figura 64 Visibilidade do estado do sistema da app TAP (versão 7.1.1).....	171

Figura 65 Controlo e liberdade do utilizador no sistema da app TAP (versão 7.1.1).....	172
Figura 66 Consistência e patterns da app TAP (versão 7.1.1).....	173
Figura 67 Prevenção de erros da app TAP (versão 7.1.1).....	174
Figura 68 Sexta lei heurística da app TAP (versão 7.1.1) – Pontos positivos.....	175
Figura 69 Sexta lei heurística da app TAP (versão 7.1.1) – Pontos negativos.....	175
Figura 70 Nona lei heurística da app TAP (versão 7.1.1).....	177
Figura 71 Ajuda e documentação da app TAP (versão 7.1.1).....	178
Figura 72 Gráfico de radar com versão 6.4.3 da app TAP	97
Figura 73 Gráfico de radar com versão 7.1.1 da app TAP	98
Figura 74 Gráfico de radar, comparação entre versões da app TAP 6.4.3 e 7.1.1.....	99
Figura 75 Comparação das paletas de cores da app TAP 6.4.3, 7.1.1 e protótipo.....	148
Figura 76 Paleta com valores hexadecimais para o protótipo.....	149
Figura 77 Exemplos de coerência cromática no sistema.....	149
Figura 78 Auditoria de tipografia na app TAP (versão 7.1.1).....	150
Figura 79 Proporcionalidade tipográfica em diferentes ecrãs.....	151
Figura 80 Escala de tamanhos em pixels baseada em múltiplos de 16px.....	152
Figura 81 Escala de tamanhos em pixels em diferentes ecrãs.....	152
Figura 82 Diferentes páginas iniciais das aplicações.....	153
Figura 83 Funcionalidade de questionário no protótipo.....	153
Figura 84 Percurso até à edição de questionário no protótipo.....	154
Figura 85 Funcionalidade de sugestões de destinos turísticos guardados.....	154
Figura 86 Mapa de conforto do alcance da mão num dispositivo móvel.....	155
Figura 87 Funcionalidade ‘Mais’ nas diferentes aplicações.....	155
Figura 88 Funcionalidade ‘Ajuda’ nas diferentes aplicações.....	156
Figura 89 Funcionalidade ‘Feedback’ nas diferentes aplicações.....	157
Figura 90 Processo de criar conta nas diferentes aplicações.....	158
Figura 91 Processo de reservar voo nas diferentes aplicações (1).....	159
Figura 92 Processo de reservar voo nas diferentes aplicações (2).....	160
Figura 93 Funcionalidade ‘Mapa de lugares’ nas diferentes aplicações.....	161
Figura 94 Processo de reservar voo nas diferentes aplicações (3).....	162
Figura 95 Funcionalidade ‘Estado voo’ nas diferentes aplicações.....	163
Figura 96 Barra de navegação e página inicial nas diferentes aplicações.....	164
Figura 97 Funcionalidade ‘Mapas do aeroporto’ nas diferentes aplicações.....	165
Figura 98 Funcionalidade ‘Realidade Aumentada’ no protótipo.....	166

Figura 99 Funcionalidade ‘Acessibilidade’ no protótipo.....	167
Figura 100 Tom de voz nas diferentes versões das aplicações.....	168
Figura 101 Comparação entre atalhos na versão 7.1.1 e no protótipo.....	169
Figura 102 Opções de personalização no protótipo.....	169
Figura 103 Comparação entre estados de erro na versão 7.1.1 e no protótipo.....	170
Figura 104 Funcionalidade “Estado dos Voos” no protótipo.....	185
Figura 105 “Estado dos voos” na funcionalidade de “Os meus voos”.....	186
Figura 106 Comparação entre protótipos das diferentes iterações dos questionários.....	187
Figura 107 Funcionalidade de ‘Mapas’ - Seleção do ponto de partida.....	196
Figura 108 Comparação entre iterações do protótipo - Página inicial.....	200
Figura 109 Comparação entre iterações do protótipo - Realidade Aumentada (1).....	201
Figura 110 Comparação entre iterações do protótipo - Realidade Aumentada (2).....	202
Figura 111 Comparação entre iterações do protótipo - Contextualização das opções (1).....	204
Figura 112 Comparação entre Ryanair e protótipo - Contextualização das opções.....	205
Figura 113 Segunda iteração do protótipo - Destaque das opções.....	206
Figura 114 Segunda iteração do protótipo - Botão de ajuda no campo das reservas.....	207
Figura 115 Segunda iteração do protótipo - Reformulação textual (1).....	208
Figura 116 Segunda iteração do protótipo - Reformulação textual (2).....	209
Figura 117 - Consentimento Informado - Utilizador 13 (1).....	266
Figura 118 - Consentimento Informado - Utilizador 13 (2).....	267
Figura 119 - Consentimento Informado - Utilizador 24 (1).....	268
Figura 120 - Consentimento Informado - Utilizador 24 (2).....	269

Índice de tabelas

Tabela 1 Resultados da primeira iteração do questionário.....	192
Tabela 2 Resultados da segunda iteração do questionário.....	193

Introdução

Contexto do projeto

O surgimento dos dispositivos móveis revolucionou a forma como se navega e interage com o mundo. O crescimento exponencial destes dispositivos, combinado com a popularização da internet e a crescente digitalização dos estilos de vida, criou uma necessidade de desenvolvimento de interfaces mais adaptáveis e eficientes, exigindo a criação de soluções para acompanhar a crescente diversidade de tamanhos de ecrãs e funcionalidades disponíveis. Como define McNeil (2013), “com um design responsivo, o objetivo é fazer com que um website se adapte ao dispositivo do utilizador e funcione de forma ideal em cada situação” (p. 12). Esta evolução destacou a importância do uso de Sistemas de Design, que surgiram como uma abordagem modular e escalável para garantir consistência visual e funcional em produtos digitais. Fundamentados nos princípios de *Atomic Design*, estabelecidos por Brad Frost (2016), estes sistemas permitem a organização de interfaces em componentes reutilizáveis – átomos, moléculas e organismos – que possibilitam a simplificação do desenvolvimento e da manutenção de produtos digitais.

Paralelamente, o rápido crescimento das tecnologias imersivas, como a Realidade Aumentada (RA), revelou o potencial fator de inovação no design de interfaces. A integração de RA em interfaces, cria o potencial de enriquecer significativamente a experiência do utilizador, combinando o mundo físico com o digital, de forma a criar interações mais envolventes e intuitivas. Esta tecnologia permite melhorar tanto a perceção quanto a interação do utilizador, proporcionando experiências interativas que abrangem todas as faixas etárias. Além disso, destaca-se pela sua capacidade de atender a necessidades de acessibilidade, facilitando a usabilidade para pessoas com deficiências visuais, cognitivas ou motoras, tornando o uso mais inclusivo e acessível a todos (Nee & Ong, 2023).

Tendo em conta o contínuo crescente fluxo no ambiente aeroportuário, registando-se um aumento de 138% no número de passageiros entre os anos de 2022 e 2023, (Aeroportos de Portugal, s.d.) torna-se oportuno a integração de tecnologias imersivas numa experiência de

navegação aeroportuária. Esta integração permite não apenas melhorar a experiência dos passageiros, mas também otimizar a eficiência operacional dos aeroportos. O redesenho da app através da implementação dos princípios fundamentais de um sistema de design, acompanhado com a integração de RA, oferece soluções complementares que melhoram a experiência do utilizador em ambientes complexos, como aeroportos. Enquanto que os sistemas de design proporcionam uma base modular e consistente para interfaces digitais, garantindo escalabilidade e facilidade de manutenção, a RA adiciona uma camada de interação dinâmica através de uma sobreposição de informação, e de guias interativos em tempo real, permitindo que os passageiros localizem portões, áreas de embarque e outros serviços com maior eficiência. Além disso, ambos desempenham um papel crucial na acessibilidade. O uso de componentes modulares garantem interfaces inclusivas para utilizadores com diferentes níveis de habilidade (Couldwell, 2020). Simultaneamente, a RA oferece recursos personalizados, como instruções visuais e sonoras adaptadas, melhorando a acessibilidade para passageiros com algumas limitações (Papagiannis, 2017).

Neste projeto, o objetivo principal é desenvolver o design de uma aplicação de navegação para contextos aeroportuários. Para isto, serão realizadas análises e auditorias em três aplicações de voo de diferentes companhias aéreas: TAP, Ryanair e Emirates. Esta exploração comparativa permitirá avaliar as funcionalidades de cada aplicação, identificando os seus pontos fortes e fracos. Com base nesta análise, os aspectos positivos serão integrados e melhorados na aplicação selecionada para a remodelação (TAP), incluindo a subsequente integração de funcionalidades de RA. Consequentemente, este projeto pretende preencher uma lacuna existente no design de aplicações móveis dentro deste contexto.

Motivações e justificação da escolha

A escolha deste tema surgiu a partir de um projeto desenvolvido na licenciatura, na cadeira de Design de Interação, onde foi criado um protótipo de uma aplicação para orientação aeroportuária. A proposta – designada de *Air Finding* – combinava uma *app* com painéis integrados nas paredes do aeroporto, servindo de guia para os passageiros. Inicialmente, o sistema funcionava através de um cartão transparente disponibilizado pelo aeroporto, no entanto, devido à sua natureza hipotética, optou-se por uma alternativa mais tangível e acessível: o *smartphone*. No projeto a realizar, considerando que a *app* da TAP já utiliza fontes oficiais para fornecer informações sobre voos e outros serviços, a melhor abordagem será reformular e melhorar essa plataforma existente, em vez de criar uma nova *app* do zero. Desta forma, evita-se os desafios na obtenção e integração de dados de terceiros, garantindo uma implementação mais eficiente e robusta das informações no sistema a criar.

Embora a abordagem do presente projeto de mestrado seja diferente do projeto realizado na licenciatura, o objetivo é fundamentalmente o mesmo; garantir uma experiência de navegação aeroportuária eficiente e fluida, sem constrangimentos. Com a intenção de tornar essa abordagem mais completa, optou-se por incorporar funcionalidades de Realidade Aumentada, explorando o seu potencial para tornar a navegação aeroportuária mais intuitiva, dinâmica e inclusiva. Esta tecnologia permite melhorar a orientação em espaços amplos e, muitas vezes confusos, oferecendo soluções de forma a melhorar a experiência dos utilizadores.

Além da continuidade do trabalho iniciado na licenciatura, a escolha deste tema também reflete um interesse pessoal na área de design de interação. Expandir o conhecimento em UI/UX representa uma oportunidade de crescimento profissional, contribuindo para uma formação enquanto designer mais versátil e completa.

Assim, este projeto não visa só melhorar sistemas de navegação aeroportuária, como também pretende sensibilizar o público e os profissionais da área para a importância da organização,

sistematização e integração de tecnologias emergentes, como a Realidade Aumentada, no design de experiências mais eficientes e acessíveis.

Problema de Investigação

Um dos desafios centrais identificados durante a execução deste projeto é a confusão enfrentada pelos utilizadores devido ao elevado fluxo de passageiros nos aeroportos. Para mitigar este problema, propõe-se o desenvolvimento de uma aplicação móvel com uma interface intuitiva e acessível, que facilite o acesso rápido às informações necessárias para uma navegação fluida. Este sistema não pretende substituir a sinalização existente nos aeroportos, mas complementá-la através da integração de RA, promovendo uma navegação mais inclusiva, ajudando também pessoas com dificuldades visuais.

O ponto central deste projeto é, portanto, avaliar o impacto na experiência do utilizador, antes e depois do *redesign* e implementação de uma nova identidade visual, analisando principalmente o impacto da RA na eficácia e usabilidade da solução. Atualmente, não há aplicações específicas em uso dedicadas à navegação aeroportuária. Adicionalmente, as auditorias realizadas às três aplicações analisadas revelaram inconsistências entre os ecrãs, como elementos duplicados, evidenciando a ausência de um sistema de design estruturado. Embora as aplicações da Ryanair e da Emirates demonstrem algum nível de consistência – apresentando um sistema de design online – a aplicação da TAP carece de um sistema de design público ou acessível.

Através da implementação dos princípios um sistema de design, combinado com o potencial da RA, este projeto procura melhorar a experiência de navegação aeroportuária, estabelecendo uma abordagem que enfatize a consistência, acessibilidade e inovação, priorizando a experiência do utilizador.

Pergunta de investigação e objetivos

Inicialmente procurou-se criar uma *app* de navegação no contexto aeroportuário. No entanto, após a análise das aplicações móveis existentes, decidiu-se selecionar a menos eficaz e realizar uma remodelação da mesma, designadamente a aplicação móvel da TAP. A partir da análise e da recolha dos elementos constituintes da *app*, procura-se criar um sistema de design, não só porque é inexistente de momento, mas também devido aos benefícios que traz. Com isto, procura-se responder à seguinte pergunta:

1. De que forma a implementação da tecnologia de RA na aplicação móvel da TAP pode melhorar a experiência do utilizador no sistema de orientação aeroportuário?

Após esta análise, revelou-se também que as três aplicações estudadas não apresentam qualquer integração de uma tecnologia de ponta, por isso, através da integração de RA procura-se responder às seguintes questões secundárias:

1. De que forma os princípios que orientam a construção de um Sistema de Design podem contribuir para a uniformidade visual e funcional da aplicação móvel da TAP, assegurando coerência nas diversas interações do utilizador?
2. De que forma a aplicação destes princípios pode melhorar a usabilidade e a experiência do utilizador, mesmo sem a implementação de um sistema completo?

Resumidamente, este projeto é composto por duas partes. A primeira, consiste na criação de um sistema de Design e remodelação da aplicação da TAP. A segunda parte consiste na integração hipotética de uma funcionalidade de RA, e uma consequente avaliação de como esta poderá influenciar a experiência de utilizadores no sistema de *wayfinding* aeroportuário.

Estabelecidas as perguntas de investigação, complementa-se com os X seguintes objetivos específicos de pesquisa:

1. Analisar a evolução da eficiência dos utilizadores (tempo de execução e número de cliques) ao longo das diferentes iterações dos questionários e protótipos.
2. Avaliar a percepção de profissionais da área de design em relação ao protótipo e à funcionalidade de Realidade Aumentada (RA).
3. Investigar a aceitação e o interesse dos utilizadores quanto à necessidade e ao potencial da RA no contexto da solução apresentada.
4. Comparar as percepções de profissionais da área com as de utilizadores comuns relativamente à usabilidade e valor acrescentado do protótipo com RA.
5. Estudar a influência do contexto de uso (dispositivo, ambiente, familiaridade com tecnologia) na experiência dos utilizadores com RA.

Estrutura e organização do projeto

O projeto, organiza-se em 5 partes distintas.

Capítulo I – Enquadramento Teórico: Esta seção foca-se no enquadramento teórico do projeto de forma a contextualizar a literatura já existente dos tópicos a serem abordados. Neste, apresenta-se o tema, contextualiza-se a questão em análise e justifica-se a relevância do problema, estabelecendo a pergunta de investigação e os objetivos específicos a serem alcançados. Este capítulo é composto pelos dois pontos principais do projeto: Sistemas de Design e Realidade Aumentada.

Capítulo II – Parte Prática: Esta secção dedica-se à componente prática do projeto, focando-se na metodologia adotada e nas etapas que sustentaram a construção da solução proposta. Integra análises, auditorias, comparações e representações gráficas que fundamentam as decisões tomadas ao longo do processo. Além disso, apresenta-se o desenvolvimento do protótipo, os testes de usabilidade realizados e as iterações subsequentes baseadas nos dados obtidos. Este capítulo representa a materialização da resposta à problemática inicialmente proposta.

Capítulo III – Conclusão: Esta secção reúne as principais conclusões do trabalho desenvolvido, resumindo os resultados obtidos ao longo do projeto. Nesta são apresentadas as considerações finais que respondem à pergunta de investigação e às subquestões definidas. São também discutidas as limitações encontradas durante o percurso.

Por fim, a secção dos **anexos**. Nesta, estão os elementos complementares que aprofundam determinados conteúdos abordados ao longo do projeto. Apresentam-se análises completas, conjuntos de dados, imagens ilustrativas, formulários utilizados nos testes, os respetivos resultados, bem como os documentos de consentimento informado assinados pelos participantes envolvidos.

Capítulo I – Enquadramento teórico

1. Sistemas de Design

Com a proliferação de novos meios, surgiram novas exigências que requeriam soluções mais avançadas para adaptar a experiência do utilizador a uma ampla variedade de cenários. Desde a diversidade de tamanhos de ecrã, até às diferentes formas de interação como o toque em dispositivos móveis e o uso de rato em computadores, até a necessidade de captar a atenção dos utilizadores em períodos mais curtos, especialmente em smartphones e tablets (McNeil, 2013). Esta proliferação de dispositivos levou a que designers e programadores sentissem cada vez mais a necessidade de sistematizar o processo de design. O conceito de modularidade tornou-se cada vez mais importante e consolidou-se como uma estratégia essencial para lidar com a complexidade do desenvolvimento web. As empresas rapidamente perceberam que a melhor forma de adaptar o seu conteúdo a diferentes plataformas não era reconstruir tudo do zero – o mesmo se aplicava em casos de reestruturações ou rebrands – onde anteriormente a prática comum era simplesmente descartar o site antigo e criar um novo. Foi então que a modularização dos sistemas se tornou fundamental, permitindo dividi-los em partes menores e mais fáceis de gerir (Frost, 2016). Esta abordagem modular simplificou significativamente o trabalho de designers e programadores, facilitando a navegação dentro do projeto e a manutenção dos seus componentes. Ao trabalhar com módulos independentes, tornou-se mais fácil manter a consistência, evitando a repetição de elementos semelhantes, garantindo um processo de design e desenvolvimento mais eficiente e coeso. Para além do mais, permitiu a criação de componentes reutilizáveis e flexíveis que podem ser adaptados para diferentes páginas e dispositivos, não só facilitando a manutenção e escalabilidade dos projetos, como também garantindo uma maior consistência visual e funcional, independentemente do dispositivo em que o conteúdo é visualizado.

O controlo que os designers conhecem no meio impresso e muitas vezes que desejam no ambiente web, é simplesmente uma característica da limitação da página impressa. Devemos aceitar o facto de que a web não tem as mesmas restrições e projetar para essa flexibilidade. (Allsopp, A Dao of Web Design 2000)

Frost (2016), argumenta que, antes do design responsivo ser adotado pela maioria da indústria, os designers tinham uma tendência para projetar apenas para os melhores cenários. Mas o que acontecia quando um utilizador usava um dispositivo com um tamanho de tela diferente ao layout pensado pelo designer? Como é que este layout estático reagiria após ser redimensionado?

O conceito de design responsivo foi introduzido por Ethan Marcotte em 2011 e revolucionou a forma como o designer e o programador pensaram no ambiente multi-dispositivo emergente nos anos 2000. Couldwell (2020) defende que se deve explorar e testar os limites das *grids* de forma a projetar e criar algo que funcione no mundo real, não só num cenário imaginário. Yablonski (2016), corrobora este argumento através da Lei de Postel, defendendo que para satisfazer as necessidades dos utilizadores “os produtos e serviços que os designers constroem devem ser robustos e adaptáveis” (pp. 43-44). Semelhante ao design modular, o conceito de design responsivo facilitou a criação e adaptação de várias versões de um site para diferentes tipos de dispositivos (Callahan, 2012). Inicialmente, este conceito surgiu com o propósito de ajustar websites a diferentes tamanhos de ecrã e dispositivos, sendo posteriormente integrado na construção de todos os produtos digitais.

Para a criação de um sistema responsivo, Marcotte (2011) define três princípios base: um *layout* flexível baseado numa *grid*; imagens flexíveis e *Media Queries*. Os primeiros passos na criação de um site começam com uma proposta visual de um designer, este *mockup* é acompanhado por uma *grid* que por sua vez é estática, logo será representada por unidades fixas como *pixels*. Marcotte (2011) refere que em vez de se usar valores fixos deve-se usar valores relativos; “por outras palavras, todos os aspetos da nossa grelha – as linhas e as colunas, e os módulos dispostos sobre elas – podem ser expressos como proporções do elemento que os contém, em vez de pixels imutáveis e inflexíveis” (p. 23). O uso de valores relativos permite que cada elemento da página – imagens, caixas de texto, colunas, etc. – ocupe uma proporção do espaço disponível, em vez de um tamanho fixo. Assim, independentemente da largura da tela, os elementos serão redimensionados proporcionalmente, mantendo a estrutura do *layout* sem perder a legibilidade:

Em vez de colar os valores dos pixels da nossa composição diretamente no nosso CSS, precisamos de expressar essas larguras em termos relativos e proporcionais. Feito isto,

teremos uma grelha que se redimensiona ao mesmo tempo que o *viewport*, sem comprometer as proporções originais do design. (Marcotte, 2011, pp. 28-29)

O segundo princípio do design responsivo consiste no uso de elementos gráficos flexíveis. Além dos *layouts* e *grids* flexíveis, as imagens e os conteúdos não textuais são cruciais tanto para o web design como para o design responsivo. Marcotte (2011) começa por enfatizar que aplicar restrições nas imagens é importante para que as mesmas não transbordem do seu *container* (um elemento que integra o conteúdo dentro de uma área específica) ou se sobreponham a outros elementos e rompam o *layout* estabelecido; “à medida que o contentor flexível se redimensiona, diminuindo ou ampliando a nossa imagem, a proporção da mesma permanece intacta” (Marcotte, 2011, p. 45). Jason Grigsby corrobora o ponto de Marcotte afirmando que:

A ideia por trás das imagens fluidas é que se permita que as mesmas apareçam no tamanho máximo em que serão utilizadas. Não se declara a altura e a largura no código, mas permite-se que o navegador as redimensione conforme necessário usando o CSS para orientar seu tamanho relativo. (Grigsby, citado por Callahan, 2012, p. 13)

Visto isto, a solução proposta pelos autores consiste em fazer com que as imagens se comportem de maneira semelhante aos layouts flexíveis, ou seja, através da utilização de unidades relativas permite-se um maior controlo sobre dimensões. Sendo que, o que difere das *grids* flexíveis para as imagens é o uso de propriedades específicas no CSS que garantam que as mesmas nunca excedam a largura do seu *container*. Isto permite que os elementos gráficos se redimensionem conforme o espaço disponível, garantindo que sejam exibidas corretamente em qualquer dispositivo.

O terceiro e último princípio do design responsivo – e possivelmente o mais importante, é o uso de *Media Queries*. Apesar de se apostar num *layout*, *grids* e imagens flexíveis e responsivas, pode não ser suficiente para garantir que o site funcione propriamente a longo prazo. Apesar dos elementos responsivos serem um começo dentro de um *display*, existem inúmeros outros dispositivos e resoluções a que um site se tem de adaptar, como telemóveis, tablets, televisões, etc. O *layout* responsivo não se consegue adaptar a tudo, desde resoluções mais largas e horizontais a resoluções mais pequenas e verticais, mesmo que o conteúdo se ajuste a diferentes

resoluções, as suas hierarquias e proporções podem não se adaptar de forma tão eficaz. Imagens correm o risco de serem cortadas pelos seus *containers*, *headers* podem dominar completamente a página, textos e ícones podem ser bastante reduzidos em tamanho e as margens podem tornar-se desproporcionais (Marcotte, 2011). Ao alterar-se para outra resolução da qual se projetou inicialmente, a *grid* que se usou pode correr o risco de se tornar uma desvantagem para o site; “as suas proporções restringem o conteúdo em resoluções mais baixas e isolam-no num mar de espaços em branco nas resoluções mais altas” (Marcotte, 2011, p. 70). Portanto, como se resolve este problema? Como é que se tornam os produtos digitais ainda mais adaptáveis?

O W3C (World Wide Web Consortium) desenvolveu um sistema chamado *Media Types* como parte de uma especificação de CSS2 para ajudar a criar estilos que se adaptassem a diferentes tipos de monitores e dispositivos; “todos estes *media types* foram criados para que pudéssemos projetar melhor para cada tipo de navegador ou dispositivo, carregando condicionalmente CSS personalizado para cada um” (Marcotte, 2011, p. 72). Como Callahan (2012) define, estes documentos estabelecem o comportamento do código para os diferentes meios, como conteúdo impresso, monitores, telemóveis e atribui-lhes nomes como “impressão”, “ecrã” e “portátil”, respectivamente.

No entanto, apesar dos *Media Types* terem representado um ponto de partida, revelaram-se insuficientes com o surgimento de dispositivos mais pequenos. Callahan (2012) afirma que estas especificações não foram adotadas pelo público nestes dispositivos, e por isso tiveram uma vida útil bastante curta, ficando limitadas somente a conteúdo destinado a ser impresso. Surgiu, portanto, uma solução mais refinada com a introdução do CSS3, que é utilizada até aos dias de hoje; “as *Media Queries*, um mecanismo incrivelmente robusto para identificar não apenas os tipos de dispositivo, mas para analisar as características físicas dos dispositivos e navegadores que renderizam o conteúdo” (Marcotte, 2011, p. 74). Enquanto que os *Media Types* eram instruções mais genéricas que buscavam adaptar-se às diferentes resoluções, as *Media Queries* surgiram como regras flexíveis e condicionais que se ajustavam às características específicas de cada dispositivo em utilização.

A evolução da web desde a criação da primeira página ilustra a transformação da internet de um simples repositório para um ecossistema mais complexo e interativo. A introdução de tecnologias como HTML, JavaScript e CSS foram fundamentais para permitir esta mudança ao fornecer uma base estrutural que garantiu a possibilidade de uma melhoria estética e interativa. O surgimento do design modular e responsivo revolucionou também o desenvolvimento web ao introduzir práticas que garantiam flexibilidade, escalabilidade e consistência. O conceito de design responsivo, introduzido por Ethan Marcotte, tornou-se indispensável para garantir que os websites pudessem oferecer uma experiência coesa em diferentes resoluções e dispositivos. Desta forma, o uso de sistemas responsivos e a introdução de práticas como as *grids* flexíveis e *Media Queries* constituíram uma base robusta que assegurou a continuidade e o crescimento sustentável dos produtos digitais, abrindo portas e facilitando a futura criação de sistemas coesos de design.

1.1 Necessidade de Sistemas de Design

Desde as simples páginas em HTML até a explosão de dispositivos móveis e a necessidade de designs adaptáveis, tornou-se evidente que soluções como o design modular e responsivo, embora cruciais, sozinhos não foram suficientes para enfrentar as novas exigências. A diversidade de dispositivos e resoluções, juntamente com a crescente complexidade dos projetos digitais, criou uma necessidade de consistência e reutilização no desenvolvimento e design de interfaces; “os sistemas de design são úteis quando as empresas pretendem trabalhar iterativamente num produto ao longo do tempo – e não apenas construir uma vez e substituir mais tarde” (Couldwell, 2020, p. 23). Com o aumento da complexidade dos projetos e expansão das equipas, é frequente o surgimento de novos elementos de design que não sigam normas estabelecidas, resultando numa falta de consistência num produto digital (Couldwell, 2020). Como, então, é que se pode garantir a consistência num produto? O que é necessário para que um sistema seja completamente funcional?

Frost (2016) responde a estas perguntas argumentando que “os pilares de bons sistemas de design são guias de estilo, que documentam e organizam materiais de design, ao mesmo tempo

que garantem diretrizes, usabilidade e proteção.” É então, neste contexto, que as empresas começaram a procurar soluções que ajudassem a manter a experiência do utilizador homogênea. Começando pelos guias de estilo, estes são uma forma de documentação que registam e demonstram como os elementos principais de um sistema se apresentam. Elementos como estilos de texto, cores e componentes interativos, como botões e formulários, encontram-se apresentados de forma a que designers e programadores consigam saber as suas variações e diferentes estados (como *hover* ou erro). Frost (2016) destaca a importância destes guias de estilo ao mencionar que algumas empresas optam por partilhá-los publicamente, evidenciando o seu compromisso e responsabilidade para com o Sistema de Design em uso. Esta prática não só reforça a visibilidade da marca, como também se revela uma valiosa ferramenta de recrutamento, motivando tanto aspirantes como profissionais da mesma área.

Existem vários tipos de guias que, apesar de diferentes, são todos importantes para a criação de um bom Sistema de Design. Começando por um dos mais conhecidos tipos de guia e possivelmente o mais usado, os manuais de marca são compostos por normas que demonstram como a marca se deve apresentar nos diferentes meios de comunicação (Frost, 2016). Estes funcionam também como um guia prático para a empresa e para terceiros, definindo elementos como logotipos e símbolos, tipografia, imagética, estilo fotográfico, paletes de cor, missão e valores (Couldwell, 2020). Slade-Brooking (2016) defende que “uma marca ... é construída a partir de um conjunto de valores únicos que definem a sua personalidade ... As marcas também procuram conectar-se emocionalmente com os seus consumidores para garantir que os mesmos sejam sempre a primeira e única escolha” (p.12). Isto para dizer que as marcas são definidas por princípios e práticas que as tornam únicas, sendo essa singularidade que as distingue no mercado. Manuais de normas são essenciais para garantir que todos os envolvidos na gestão e comunicação da marca possam expressar essa unicidade, seguindo os princípios estabelecidos e documentados.

Linguagem de design: Este tipo de guia é composto por um conjunto de princípios visuais e funcionais que servem como base para a criação de interfaces. Pode apresentar a filosofia e os objetivos da marca, servindo como um guia prático que demonstra como os elementos devem interagir em produtos digitais. Foca-se particularmente na experiência do utilizador (Frost, 2016),

não apresentando apenas elementos práticos (como padrões e botões) mas também princípios intangíveis que contribuem para a construção de uma narrativa:

A linguagem de design está lá para contar uma história. Ela agarra na necessidade ou desejo de um cliente e cria uma história que corresponda às suas expectativas. Qualquer aula de escrita também diria que é sempre melhor "mostrar" do que apenas "contar". Esta é a função exata da linguagem de design. (Brunner et al., 2008, p.160)

Voz e Tom; Estes aspectos são desenvolvidos e controlados no âmbito de distinguir marcas e conceder-lhes personalidade e valores de forma a conectarem-se e aproximarem-se do público. A voz de uma marca é a forma como a mesma se comunica verbalmente, já o tom é a variação dessa voz, ajustada de acordo com o contexto e situação. A voz pode permanecer constante, mas o tom pode-se adaptar conforme o público ou a situação (Couldwell, 2020).

Escrita; Procura registar como expressar a personalidade da marca e definir regras para a criação de textos que estejam alinhados com a voz, tom e identidade de uma empresa. Pode incluir diretrizes gramaticais, escolha de palavras e pontuação, respeitando sempre a forma de comunicação estabelecida pela marca (Frost, 2016).

Código; Estes guias apresentam padrões e convenções que estabelecem diretrizes sobre como o código de um projeto deve ser escrito e estruturado (Frost, 2016). Abrangem aspectos importantes, como a organização e estrutura, o uso adequado de espaçamentos e as convenções de nomenclatura, podendo referir e fazer o uso de *tokens* e variáveis SASS para garantir uma estrutura mais clara e eficiente (Couldwell, 2020).

Biblioteca de padrões; Estes guias funcionam como coleções de componentes e padrões, permitindo a criação e manutenção eficiente de interfaces ao reutilizar elementos predefinidos. Estas bibliotecas asseguram soluções padronizadas para elementos tangíveis, como botões e formulários, mas também podem oferecer soluções para aspectos mais intangíveis, como por exemplo, o uso do efeito de Von Restorff que “também pode ser visto nos elementos de design que procuram chamar a nossa atenção” (Yablonski, 2020, p.83). Este efeito prioriza uma opção ou botão através do uso de uma cor, forma ou posição diferente em relação a outros elementos.

Embora estes documentos sejam úteis, podem carecer de profundidade, deixando de responder a questões cruciais sobre o porquê, onde, quando e como os elementos devem ser utilizados no sistema (Couldwell, 2020). Embora estes documentos sejam úteis para mostrar partes do sistema, revelam-se limitadores, pois um sistema é composto por muito mais. Um sistema de design abrange uma ampla variedade de elementos, integrando todos os aspectos do design e do desenvolvimento, desde a estética visual e padrões de interface até à implementação do código. Por estas razões, é fundamental criar um tipo de documentação mais completa e holística do que os simples guias de estilo. Os Sistemas de Design regem-se através do que Couldwell (2020) chama de Fundações digitais, sendo estas “diretrizes para todas as melhores práticas que estão fora dos — e se encaixam nos — sistemas de design, como identidade de marca, tom de voz, processo, etc.” (p.75). É importante destacar que estas Fundações são distintas da documentação de um sistema.

Enquanto que uma empresa geralmente possui um único documento de Fundações, a mesma pode ter vários sistemas de design, cada um com características diferentes, sendo que a documentação de um sistema abrange padrões e componentes criados com base nas fundações. A documentação destinada aos sistemas, é específica para um website ou produto em particular. Couldwell (2020), reforça ainda que esta documentação precisa de “estar viva”, devendo evoluir à medida que o sistema de design cresce, ao contrário dos guias de estilo, que muitas vezes tornam-se obsoletos. A documentação do sistema de design deve ser continuamente atualizada para refletir as suas mudanças.

1.1.1 Fundações digitais

Segundo Couldwell (2020), as fundações vão para além dos guias de estilo tradicionais, proporcionando uma estrutura que sustenta a consistência e a identidade da marca no ambiente digital. Este tipo de documento abrange vários tópicos, alguns dos quais são retirados dos próprios guias de estilo. Porém, a maioria do conteúdo presente nas fundações é único às mesmas, abrangendo tópicos como, Missão, valores e princípios; Identidade da marca; Tom de voz e

copywriting; Formatação; Acessibilidade e inclusividade; Design responsivo; Processo e Sistemas de design.

No primeiro tópico, o documento estabelece a direção geral da marca e do sistema de design, com o objetivo de alinhar as equipas em torno de diretrizes comuns. Desta forma, o documento procura promover a coesão entre os membros, assegurando que todos pensem e trabalhem de forma unificada, garantindo consistência e harmonia no desenvolvimento do projeto (Couldwell, 2020). Esta secção das fundações é frequentemente inspirada nos valores que uma empresa estabeleceu ao longo do seu Manual de Marca, os quais são definidos com os clientes e os negócios em mente. Couldwell (2020), no entanto, sugere que uma empresa escreva ou reformule estes valores, baseando-se em novos critérios, como design, produto, tecnologia e a audiência digital. Os valores para as Fundações devem refletir essas necessidades e o contexto digital da empresa, ao contrário do que foi anteriormente estabelecido no Manual da Marca, que se aproxima mais de um contexto físico.

No segundo tópico, abordam-se questões relacionadas à identidade da marca, como o logotipo, tipografia, cores, tom de voz, fotografia, ilustração, direção criativa e movimento. São também tratados aspectos mais detalhados, como o comportamento da marca entre diferentes plataformas, o estilo visual das imagens, princípios de *motion* design e as diretrizes para o uso de fontes e cores específicas. Essencialmente, esta secção procura esclarecer o porquê, o como e o quando da aplicação de qualquer elemento da marca, estabelecendo as suas diretrizes tanto no contexto digital como no físico. Couldwell (2020) reforça que:

A identidade da marca envolve mais do que apenas fazer com que as coisas sejam esteticamente agradáveis. As cores, palavras, tipos de letra, formas, grafismos e movimentos que se utilizam - e a forma como são utilizados – podem tornar a marca mais ou menos acessível, memorável ou identificável. (p. 55).

No terceiro tópico, destaca-se a importância dos responsáveis por um projeto estarem alinhados com a voz da marca. O papel do *copywriting* é fundamental para garantir que designers e programadores comunicam de forma coesa em todos os meios, transmitindo a personalidade e

os valores únicos da organização, criando assim experiências mais consistentes e harmoniosas com a sua essência.

No quarto tópico, destaca-se a importância da formatação de texto, pois, quando otimizada garante maior fluidez, clareza e envolvimento do utilizador no sistema. Esta secção inclui diretrizes para todos os elementos escritos, desde tópicos simples como pontuação, abreviações, escolha de linguagem, e a criação de títulos e corpo de texto, até aspetos mais específicos, como mensagens de *call to action*, formulários e preferências no uso de símbolos, letras ou palavras que melhor se ajustem ao tom de voz, seja ele formal ou informal. Por último, são abordados elementos como a formatação de datas e horas, levando em consideração as diferentes zonas e fusos horários, incluindo os diferentes formatos de data — dia/mês/ano ou mês/dia/ano.

No quinto tópico, abordam-se as diretrizes que o sistema deve seguir para se tornar mais acessível e inclusivo. A acessibilidade não se limita a utilizadores com determinadas deficiências, mas também considera idades e diferentes nacionalidades. Ao melhorar o sistema nesse sentido, tem-se a oportunidade de criar algo mais intuitivo e apelativo para um público mais amplo. A consideração de fatores como cores, sons, contrastes, alertas, mudanças de estado em botões e ícones, e a adaptação a diferentes formatos e dispositivos são fundamentais para tornar o sistema mais funcional. Todos os utilizadores têm necessidades diversas: que utilidade têm as cores para alguém daltónico? Que impacto tem o som para um utilizador surdo? Quão fácil é interagir com a interface em movimento? Como destaca Couldwell (2020) “quando falamos de acessibilidade e inclusão, não estamos apenas a falar sobre projetar para deficiências e incapacidades, estamos a falar sobre toda a gente” (p.70). Sendo esta afirmação reforçada por Yablonski (2020):

A interface deve ser fácil de utilizar, mas deve ser fácil de utilizar para o maior espectro possível de utilizadores. Isto significa que qualquer pessoa, independentemente do tamanho do dispositivo, do suporte de funcionalidades, do mecanismo de entrada, da tecnologia assistiva ou até mesmo da velocidade de ligação, deve receber algo que funcione. (p. 44)

No sexto tópico, são detalhadas as práticas e valores que compõem um sistema responsivo. Tudo o que se refere às grelhas, como os seus termos e valores, devem ser

documentados nesta secção. Registam-se definições de colunas, goteiras e margens, além de como estes elementos funcionam em diferentes tamanhos e resoluções. Estas diretrizes também explicam a diferença entre elementos que utilizam valores relativos, como porcentagens, e aqueles que usam valores fixos, como *pixels* (Couldwell, 2020).

No sétimo tópico, registam-se os processos de design, programação e colaboração, de forma a garantir a organização entre equipas. Detalha as etapas envolvidas na abordagem dos *briefings*, desde o *design thinking*, *brainstorming*, esboços, *wireframes*, até à criação de maquetes, *feedback* e entrega de projetos (Couldwell, 2020). Detalha funções e responsabilidades, bem como a forma como os designers e programadores colaboram para converter o design em código. Além disso, abrange o processo de fazer atualizações ou adições ao sistema, incluindo a forma como as tarefas são priorizadas, anotadas e seguidas, garantindo que a biblioteca de componentes, o código e a documentação se mantenham atualizados de forma consistente.

No oitavo e último tópico do documento, procura-se estabelecer as diretrizes para a criação e manutenção de sistemas de design. O autor aborda a necessidade de uma metodologia ou modelo para os sistemas de design, procurando garantir que a equipa segue uma abordagem consistente utilizando uma linguagem/terminologia padronizada. Consequentemente, explica a importância dos sistemas de design para as diferentes equipas e como estes acrescentam valor à empresa, enfatizando também a necessidade de diretrizes aplicáveis a todos os sistemas de design em vários produtos, sejam para sites de marketing, aplicações móveis ou para serem usados como ferramentas internas (Couldwell, 2020).

Estes oito tópicos definidos por Couldwell (2020) constituem a base da sua metodologia para a criação de sistemas e representam apenas o ponto de partida para desenvolver um sistema de design eficaz. Através da utilização destes tópicos como base, o designer transforma-os em ferramentas práticas que compõem um conjunto de elementos reutilizáveis, essenciais para criar e manter produtos digitais funcionais. Frost (2016) corrobora esta metodologia defendendo que a capacidade de separar uma interface dos seus componentes torna tanto a criação quanto a manutenção de um sistema mais acessível, facilitando a resolução de erros, inconsistências e problemas de desempenho.

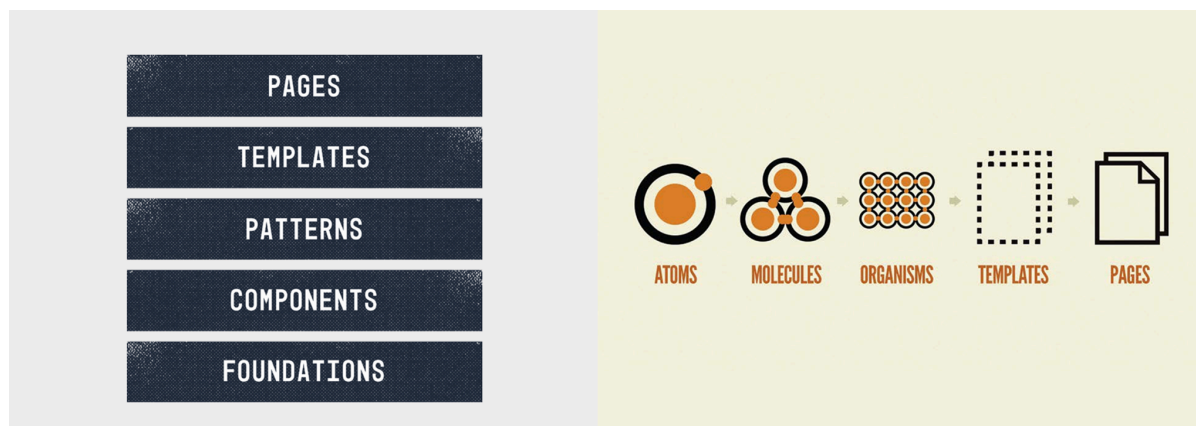
1.1.2 Estrutura dos Sistemas de Design

Em 2016 Brad Frost introduziu o conceito de Design Atômico, onde as interfaces são divididas, ou mais precisamente, dissecadas a partir dos seus “blocos” de construção mais importantes: átomos, moléculas, organismos, *templates* e páginas. Esta hierarquia permite uma abordagem sistemática ao design de interfaces, onde os componentes mais pequenos se combinam para formar estruturas mais complexas. Couldwell (2020) prefere estabelecer uma analogia com o setor da construção, comparando as fundações digitais de um produto digital às fundações de um edifício. Assim como as fundações estruturais são indispensáveis para a estabilidade de um prédio, as fundações digitais são igualmente importantes para a durabilidade e consistência de qualquer produto digital.

Embora os autores estructurem as metodologias de forma ligeiramente diferentes, tanto a abordagem de Couldwell como a de Frost, partilham um objetivo em comum: assegurar a construção de um sistema eficiente a partir dos seus elementos mais simples. Couldwell (2020) argumenta que “um edifício construído em areia só durará um determinado tempo. É preciso estabelecer bases sólidas antes de construir qualquer coisa” (p.93). Afinal, o que seria de um sistema se não fosse construído a partir dos elementos mais simples? Seguindo a analogia de Couldwell, seria semelhante a construir uma casa começando pelas paredes. Mas e a estrutura que as suportam?

Figura 1

Comparação das metodologias de Couldwell e Frost



Nota. À esquerda, a metodologia de Couldwell (Couldwell, 2022, p. 99); à direita, a metodologia de Frost (Frost, 2016, p. 42).

Um sistema que não seja construído a partir dos seus elementos mais simples apresentará falta de coerência, consistência e escalabilidade. Sem começar por dividir o sistema pelos seus componentes mais simples, torna-se difícil mantê-lo e adaptá-lo ao longo do tempo, ficando sujeito a redundâncias. É aqui que a metodologia de Design Atômico de Brad Frost se destaca. O processo distribui-se por cinco níveis e começa com os Átomos, os componentes mais básicos e indivisíveis que constituem todas as interfaces. Estes incluem ícones, rótulos, *inputs*, botões, entre outros, sendo que, isoladamente, os átomos não têm funcionalidade e são necessários outros elementos para que estes se tornem úteis. Por exemplo, numa página conseguem-se distinguir botões, mas estes não podem ser decompostos em nenhum elemento mais simples.

No segundo nível, quando dois ou mais átomos se unem, formam moléculas. Moléculas são conjuntos de átomos que juntos adquirem uma função, como um campo de pesquisa, composto por uma área de entrada de texto, um botão e um rótulo.

No terceiro nível, aumentando a complexidade, apresentam-se os organismos, formados por agrupamentos de átomos e/ou moléculas. Exemplos incluem cabeçalhos de páginas que podem incluir um logotipo (átomo), uma lista de navegação (molécula) e um campo de pesquisa

(molécula). A vantagem da criação de organismos com base em moléculas (dentro do sistema) já estabelecidas garante a designers e programadores contexto, sendo que esta abordagem procura fornecer um ponto de partida estruturado; “os organismos demonstram estes componentes mais pequenos e mais simples em ação e servem como padrões distintos que podem ser utilizados novamente” (Frost, 2016, p.47).

Com estes três níveis estabelecidos, inicia-se a criação dos *templates*, formados por átomos, moléculas e organismos. Conforme explica Couldwell (2020), “um template é um layout consistente que é utilizado várias vezes num website e são preenchidos com diferentes conteúdos cada vez que são utilizados” (p.100). Um aspecto essencial dos *templates* é o seu carácter exploratório e iterativo, que permite visualizar a estrutura do conteúdo e fazer ajustes contínuos até se chegar à versão final da página (Frost, 2016).

No último nível encontram-se as páginas. Compostas por todos os elementos previamente mencionados, são criadas a partir de *templates* com conteúdo real, tornando-se assim a versão tangível com a qual os utilizadores irão interagir. Além de representar o produto final, as páginas constituem a última etapa no processo iterativo, permitindo testar variações nos *templates* e avaliar a resiliência do sistema (Frost, 2016).

Consequentemente, o método de Design Atómico garante uma linguagem em comum entre equipas que facilita a discussão tanto da estrutura como dos elementos da interface. Embora os *templates* funcionem como *layouts* estruturais que permitem visualizar a organização potencial dos elementos, as páginas incorporam o conteúdo definitivo, refletindo o produto final com o qual os utilizadores irão interagir. Assim, design e conteúdo influenciam-se mutuamente ao longo do processo; “não é ‘conteúdo depois design’ ou ‘conteúdo ou design’. É ‘conteúdo e design’” (Frost, 2016, p. 57).

Como explica Frost (2016), outra vantagem desta metodologia é a sua aplicabilidade em qualquer tipo de interface, sendo que “design atómico não tem nada a ver com aspetos específicos da web, como CSS ou JavaScript” (p.61). Sendo assim, esta abordagem não está limitada às funções técnicas ou ao código de um produto, tratando-se de uma metodologia centrada nos aspetos funcionais do design. Isto significa que não é necessário conhecimento de código para

aplicá-la, tornando-a mais acessível e versátil para diferentes equipas. Este método também simplifica e facilita o trabalho de programadores, permitindo a rápida integração de soluções de design no código e embora não seja necessário conhecimento de linguagens de programação para aplicar esta metodologia, a importância do código não deve ser subestimada:

Quando se mostra aos *stakeholders* apenas imagens estáticas de sites ... Isto define as expectativas erradas. Mas ao colocar o design no browser o mais rápido possível, confrontam-se as partes interessadas com a realidade do produto final muito mais cedo no processo. (Frost, 2016, p. 119)

Relativamente a Couldwell (2020), o autor prefere estruturar o seu modelo de criação de sistemas de forma ligeiramente diferente. O princípio permanece o mesmo: cada módulo é criado de forma progressiva e interdependente, construindo-se a partir do módulo anterior e integrando-o no desenvolvimento do próximo. Fundações, componentes, padrões, *templates* e páginas é como o autor estrutura o seu modelo, defendendo também que estes níveis devem ser acompanhados por fatores como a experiência do utilizador, acessibilidade, estratégia de conteúdo, testes de usabilidade e marca. Afirma que estes fatores “são a cola, o cimento, as vigas e os pilares que mantêm o modelo unido e o tornam excelente” (Couldwell, 2020, p. 94).

No primeiro nível do modelo de Couldwell estão as fundações. Estes documentos abrangem diretrizes essenciais adaptadas ao ambiente digital, incluindo aspectos fundamentais como missão e valores, identidade de marca, tom de voz, entre outros. Cada conjunto de fundações é exclusivo para cada produto, respondendo às necessidades específicas de cada sistema e assegurando a consistência e o alinhamento com os objetivos da marca.

No segundo nível do modelo, estão os componentes, que equivalem a átomos e moléculas na metodologia de Frost. Couldwell (2020) defende ser crucial seguir convenções já existentes e manter a familiaridade ao criar componentes, sendo isto benéfico para o utilizador, para o designer e para o sistema em si; “esta semelhança, consistência e familiaridade nas interfaces digitais são importantes, não aborrecidas. A utilização de componentes convencionais ... garantem que ... os elementos interativos sejam instantaneamente reconhecíveis pelos utilizadores” (p.97). Yablonski (2020) também refere este uso de convenções através da Lei de

Jakob¹, sendo importante no design, visto que o utilizador tem uma tendência para criar um preconceito (modelo mental) a partir das suas experiências noutros websites. Por isso, designers devem seguir convenções estabelecidas de forma aos utilizadores se focarem melhor no produto e na sua mensagem sem perderem tempo a tentar perceber a interface:

Um modelo mental é aquilo que pensamos saber sobre um sistema ... Quer se trate de um sistema digital, como um website, ou de um sistema físico, como uma fila numa loja, formamos um modelo de como um sistema funciona e depois aplicamos esse modelo a novas situações em que o sistema é semelhante ... utilizamos o conhecimento que já temos de experiências passadas quando interagimos com algo novo. (Yablonski, 2020, p.3)

No terceiro nível do modelo de Couldwell estão os Padrões, conjuntos de componentes que se repetem ao longo de um produto digital. Estes conjuntos tornam-se padrões por conveniência e familiaridade, pois apresentam soluções amplamente utilizadas em interfaces digitais. Além de incluírem elementos mais tangíveis, como galerias de imagens, carrosséis e rodapés, padrões também podem ser aspetos mais intangíveis, como estados de erro e animações.

Nos dois últimos níveis do modelo estão os *templates* e as páginas, que compartilham características com os últimos elementos da metodologia de Frost. Os *templates* são *layouts* reutilizáveis e consistentes, enquanto que as páginas apresentam o sistema de design em ação. Couldwell (2020) faz duas observações pertinentes sobre estes dois níveis. Quanto menor for o número de templates em uso num sistema, maior será a adaptabilidade dos utilizadores, uma vez que se diminui a quantidade de informação que precisam processar. No caso das páginas, estas dividem-se entre as que seguem um *template* e as que são únicas, como a página principal, utilizada apenas uma vez no produto.

Ambas as metodologias são flexíveis e aplicáveis tanto para desenvolvimento web quanto para dispositivos móveis. No modelo de Frost (2016), a terminologia aplicável à web é a mesma utilizada para o ambiente móvel. Por outro lado, Couldwell (2020) adapta os conceitos para o ambiente móvel, substituindo *Templates* por *Features* e Páginas por *Screens*. Além disso,

¹ A Lei de Jakob afirma que os utilizadores preferem padrões de design familiares. Através do uso de modelos mentais, procura-se tornar as interfaces mais fáceis de utilizar reduzindo a curva de aprendizagem.

Couldwell introduz o conceito de *User Journeys* (jornadas do utilizador), ausente em modelos anteriores. *Features* são consideradas pelo autor mais complexas do que padrões, sendo que as mesmas podem ser utilizadas para responder a um problema específico ou podem ser utilizadas em mais de um cenário. Podem, também, ser compostas por um ou vários padrões, sendo que, ao nível de interação, as mesmas apresentam várias funcionalidades independentemente do número de padrões presentes. Por exemplo, uma *feature* pode ser contida num painel (padrão), no entanto, a mesma pode ainda apresentar elementos como componentes *accordion*, menus *drop-down* e *toggles*; em comparação, um padrão não teria tanta interatividade (Couldwell, 2020).

Screens substituem as páginas e são comparados por Couldwell (2020) a fotos instantâneas. Para além de serem próprios a dispositivos móveis, estes demonstram um momento exato do utilizador na sua navegação, sendo que a diferença entre *screens* e páginas encontra-se na unicidade de cada um. Couldwell (2020) defende que num produto digital não existirão dois *screens* iguais, sendo que cada um destes representa um estado ou uma ação específica. Já uma página, por outro lado, pode repetir-se, visto que as mesmas seguem *templates*. Frost (2016), no seu modelo, não refere esta unicidade, sendo que o mesmo menciona que o uso de *templates* é possível em ambientes móveis.

Visto isto, Couldwell (2020) defende que, em comparação com websites, aplicações móveis apresentam uma maior complexidade, utilizando por isso o processo de *User Journeys* para mapear estas interações. No seu modelo, estas “jornadas” englobam as *Features* e *Screens*, com cada screen a representar apenas um passo dentro de uma mais abrangente interação. *User Journey* é o mapeamento das interações e etapas que um utilizador percorre ao interagir com um produto ou serviço digital, desde o início até a conclusão de uma tarefa. O autor compara também as interações em websites e aplicações móveis, destacando que, enquanto nos websites a navegação tende a ser mais simples, como clicar num botão que leva a outra página, nas aplicações móveis as interações são significativamente mais complexas, com a possibilidade de existirem dezenas de percursos diferentes dentro de um único screen (Couldwell, 2020).

1.1.3 Implementação de Sistemas de Design

Ambas as metodologias dos autores e as fundações digitais de Couldwell fornecem a base necessária para construir sistemas de design consistentes, mostrando também como utilizar e aplicar estes princípios de forma eficaz no ambiente digital. Consistência, Ordem, Marca, Velocidade e Experiência do Utilizador, podem ser as palavras chave para resumir a necessidade de um sistema na criação de produtos digitais, porém a sua utilização/criação nem sempre é necessária. A necessidade de um sistema de design varia conforme o tamanho da empresa. Empresas e produtos que envolvem equipas maiores beneficiam destes sistemas para manter consistência e organização ao longo do tempo, especialmente em projetos onde a colaboração é essencial (Couldwell, 2020). Por outro lado, seja por falta de estabilidade económica ou por falta de necessidade, pequenas empresas e startups podem não precisar de um sistema de design, visto que nas mesmas “tudo tende a estar aberto a mudanças radicais e rápidas de direção” (Couldwell, 2020, p. 23). Não obstante, o uso destes sistemas, como referido anteriormente, é fundamental para o sucesso ou manutenção a longo prazo de qualquer produto. Segundo Couldwell (2020), existem duas abordagens de implementação que se adequam às diferentes necessidades e contextos no design de produtos digitais: a abordagem iterativa (*The iterative approach*) e a abordagem total (*The wholesale approach*).

Começando pela abordagem menos intrusiva, a abordagem iterativa consiste em melhorar ou substituir gradualmente os elementos de um sistema em uso, incorporando o conteúdo do sistema atualizado ou melhorado. Como o nome indica, este processo é feito de forma iterativa: começa-se pelos blocos de construção mais simples e avança-se para os mais complexos: Fundações, componentes, padrões, *templates* e páginas ou segundo o modelo de Frost, átomos, moléculas, organismos, *templates* e páginas. Para iniciar esta abordagem, realizam-se primeiro auditorias ao sistema existente, um método que consiste na análise e recolha de elementos do sistema que compõem uma interface. As auditorias são essenciais no processo iterativo dos sistemas de design pois permitem às equipas avaliar e melhorar continuamente a eficácia e relevância do sistema. Servem para verificar se o mesmo está alinhado com as diretrizes da marca, os requisitos técnicos e as necessidades dos utilizadores. Ajudam também a identificar

inconsistências, componentes desatualizados ou áreas onde são necessários novos elementos, garantindo que o sistema se mantenha flexível e adaptável ao longo do tempo.

Segundo Couldwell, é possível realizar auditorias em diferentes áreas do sistema, abrangendo tanto o código quanto os elementos visuais. O objetivo é registrar as variações únicas de cada componente, incluindo os diferentes estados de botões, como carregamento, erro e *hover*, por exemplo. Além disso, as auditorias envolvem documentar padrões, variantes de cor e as razões que justificam cada escolha: por que determinada cor é usada, qual a sua função, quantas variantes são realmente necessárias e quais podem ser eliminadas ou substituídas (Couldwell, 2020). No que se refere à parte menos visível do sistema, uma auditoria examina o código em busca de elementos que possam comprometer a sua eficiência. Este processo tem como objetivo simplificar e otimizar o código, estabelecendo convenções de nomenclatura simples e consistentes, facilitando a manutenção e promovendo um código mais limpo e eficaz. Em última análise, o propósito das auditorias é responder a questões de “onde, quando e como” os elementos são usados e integrados no sistema (Couldwell, 2020). Caso as auditorias revelem elementos que não consigam responder a estas questões, eles devem ser eliminados ou substituídos.

A segunda abordagem referida pelo autor é a mais arriscada de implementar, sendo aplicável em dois cenários. Pode-se utilizar quando se necessita criar um produto sem um sistema existente ou quando uma empresa decide que o sistema em uso não é viável e decide criar um novo. Embora seja uma alternativa extrema, esta abordagem apresenta as suas vantagens. Ao abdicar-se de um sistema existente e não se abordar o mesmo de forma iterativa, evita-se a possibilidade de uma falta de consistência após iteração. Trabalhar sistematicamente desde o início de um sistema faz com que o mesmo se torne uniforme e coerente. Consequentemente, a necessidade desta abordagem não nasce somente em resposta aos dois cenários referidos em cima. Existem outras situações que também justificam esta abordagem: problemas de branding, comprometimento da experiência do utilizador, falta de eficiência do produto, ou ainda a necessidade de rebranding para alcançar um novo público (Couldwell, 2020).

Um aspeto essencial destas duas abordagens, é que não se aplicam somente à manutenção e implementação de um sistema mas também são aplicáveis ao seu lançamento. Grandes empresas tendem a optar pela abordagem iterativa, visto que uma mudança repentina no seu

produto sem a aprovação e teste de utilizadores poderia ser prejudicial para a marca, por isso as mesmas optam por uma abordagem mais metódica de forma a introduzir os novos elementos pouco a pouco. É por isso que as mesmas, por vezes, fazem o uso de uma fase *Beta* do produto, de forma a testar estas novas implementações antes de lançar oficialmente o sistema. Assim, caso não seja viável optar por uma única abordagem para desenvolver e lançar todo o sistema, é possível combinar ambas em diferentes fases do processo. Por exemplo, pode-se aplicar uma abordagem total ao design do sistema, enquanto a construção e o lançamento são feitos de forma iterativa, ou então, seguir uma abordagem total ao design e à construção, mas fazer um lançamento iterativo. Conforme defende Couldwell (2020), o essencial é alinhar-se às expectativas do utilizador, preservando o senso de familiaridade com as versões anteriores da aplicação ou website. Esta ideia de familiaridade alinha-se com a perspectiva de Yablonski (2016), o qual afirma que “a familiaridade faz com que as pessoas que interajam com um produto ou serviço digital saibam imediatamente como utilizá-lo” (p. 1).

Em conclusão, o desenvolvimento destes sistemas apresenta-se como uma resposta eficaz aos desafios complexos da criação de interfaces digitais no contexto multidispositivo dos dias de hoje. Os princípios estabelecidos por Couldwell e Frost continuam a ser essenciais, destacando a importância de uma abordagem sistemática que promova a colaboração entre equipas, a padronização de componentes e a documentação contínua, garantindo assim consistência e flexibilidade a qualquer produto. Desta forma, os sistemas de design apresentam-se como uma base sólida que suporta o crescimento sustentável e a adaptação contínua dos produtos digitais ao longo do tempo.

2. Realidade Aumentada

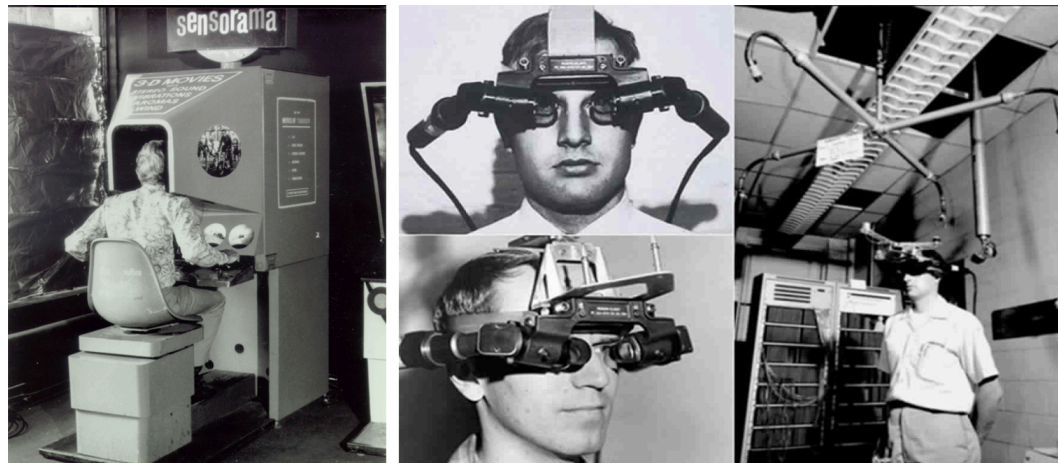
2.1 O passado de RA

As primeiras menções sobre Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA) datam de 1901, com uma estória escrita por Frank Baum, *A Chave Mestra* (Nee & Ong, 2023). Baum ao longo da estória, introduz óculos que revelavam a natureza das pessoas através de letras por cima das suas cabeças, antecipando o conceito de sobreposição digital da RA. Em 1935, Stanley Weinbaum, em *Pygmalion's Spectacles*, imaginou óculos que imergiriam o utilizador num filme através de estímulos sensoriais, criando um precursor da RV (Mealy, 2018). Apesar de serem apenas estórias de ficção científica, na altura já apresentavam algumas características em comum com o que seria a realidade tecnológica de hoje. Porém, a verdadeira “história” destas duas realidades começou em 1955, com uma ideia do cineasta americano Morton Heilig.

Em 1962, Heilig desenvolveu um dispositivo chamado *Sensorama* capaz de projetar vídeos num display estereoscópico a cores. Este dispositivo era acompanhado também por áudio estéreo, *feedback* tátil e simulações de vento e perfume, isolando o utilizador do ambiente externo para uma maior imersão (Mealy, 2018). Em 1960, Heilig patenteou a *Telesphere Mask*, considerado por Mealy (2018) o primeiro Head Mounted Display (HMD), embora Nee & Ong (2023) atribuam a Ivan Sutherland, em 1968, o desenvolvimento do primeiro HMD para RA: *The Ultimate Display* ou *The Sword of Damocles*. Tanto Heilig como Sutherland criaram Head Mounted Displays, porém, é importante distinguir que enquanto Heilig desenvolveu um dispositivo mais próximo da RV, Sutherland criou algo mais inclinado para a RA; “Este HMD era parcialmente transparente e ... projetava imagens diretamente nos olhos do utilizador, permitindo a sobreposição de imagens 3D em objetos reais” (Nee & Ong, 2023, p. 40).

Figura 2

Sensorama e The Sword of Damocles



Nota. À esquerda, o dispositivo *Sensorama* de Morton Heilig (Norman, s.d.); à direita, o dispositivo *The Sword of Damocles* de Ivan Sutherland (Soar, 2020).

Em 1969, Thomas Furness, em colaboração com o Laboratório Armstrong, criou o Visually Coupled System (VCS), um protótipo de um HMD que sobrepunha informações no campo de visão dos pilotos. Em 1981, este projeto evoluiu para o Super Cockpit, integrando RA de forma a transmitir dados de forma contextual e imersiva. O capacete usado pelos pilotos, ampliava o campo de visão por meio de câmeras e sensores conectados ao avião, promovendo uma sensação de “presença” (Furness, 2024).

Na década de 1980, Stephen Mann desenvolveu o EyeTap, precursor dos Google Glass de 2013. Equipado com uma câmera, o EyeTap capturava a cena vista pelo utilizador e criava uma sobreposição em tempo real. O dispositivo usava um *splitter* ou *beamsplitter* que dividia a luz entre uma câmera para processamento e o olho do utilizador, permitindo a sobreposição de conteúdo virtual com o mundo real (Mann, 2001). Este dispositivo diferia daquilo que eram os HMDs na altura, porque se limitavam a apresentar informações adicionais ou conteúdo virtual sobreposto ao mundo real. Já o EyeTap, interagiu diretamente com o campo de visão do utilizador, captando o que ele via e processando em tempo real de forma a sobrepor conteúdo virtual com conteúdo real (Nee & Ong, 2023).

Figura 3

Eyetaap



Nota. Uma das primeiras versões dos óculos digitais por Steve Mann, 1984 (MannLab, s.d.).

Em 1990, Thomas Caudell e David Mizell propuseram a criação de um HMD para trabalhadores da Boeing, sobrepondo informações sobre cabos elétricos para reduzir erros e simplificar tarefas. Com isto, estes dois indivíduos propuseram e oficializaram o termo de Realidade Aumentada, que, segundo Caudell, “esta tecnologia é utilizada para ‘aumentar’ o campo visual do utilizador com informação necessária para o desempenho da tarefa atual” (Nee & Ong, 2023, p. 336). Papagiannis (2017, p. 10), faz uma pergunta que expressa da melhor forma a intenção do uso de RA; “À medida que a RA avança, devemos perguntar: Como podemos conceber experiências de RA para melhorar a vida do utilizador e torná-la mais fácil e melhor?” (p. 10). Não obstante, Caudell e Mizell foram os pioneiros na aplicação desta tecnologia no ambiente industrial. Ao demonstrar o seu potencial prático nos processos de fabrico e montagem, despertaram o interesse do público pela RA. Isto levou a que outras indústrias comesçassem a explorar a sua aplicação, e como consequência, o trabalho deles não introduziu apenas a RA em contextos industriais. Impulsionou também, novas investigações, desenvolvimentos e investimentos em soluções de RA para tarefas como formação, manutenção, design e controlo de qualidade. Vê-se esta expansão em projetos como o KARMA (Knowledge-based Augmented Reality for Maintenance Assistance) em 1993, que foi o primeiro sistema de RA para tarefas de manutenção. Mealy (2018) reforça:

Os fabricantes podem desenvolver hardware e aplicações específicas que podem ajudar a sua força de trabalho a formar mais rapidamente, a trabalhar mais rapidamente, a aceder aos dados mais facilmente e a ajudar a evitar erros. Todos estes benefícios podem levar a grandes melhorias nos resultados financeiros de uma empresa, tornando a utilização de RA em ambientes industriais uma combinação perfeita. (Mealy, 2018, p. 17)

Apesar disto, a criação de uma experiência de realidade aumentada interativa, não apareceu até 1992. Louis Rosenberg, em colaboração com o Air Force Research Laboratory, um sistema imersivo de RA chamado de *Virtual Fixtures*. Este utilizava um exoesqueleto para controlar braços robóticos com precisão, exibindo elementos virtuais como guias visuais no campo de visão do utilizador. Nee & Ong (2023), dão o exemplo da utilização deste sistema em treinamentos de pilotos, permitindo que os aprendizes pratiquem num ambiente mais seguro e controlado enquanto interagem com equipamentos reais.

Em 1996, os Laboratórios Sony CSL criaram o *CyberCode*, um sistema de RA baseado em marcadores fiduciais. Estes objetos lidos por câmeras, permitiam o rastreamento e a orientação de elementos tridimensionais no ambiente real (Nee & Ong, 2023). Marcadores como códigos QR proporcionavam maior estabilidade ao conteúdo projetado, desde que se encontrassem estáticos e sob condições adequadas de luz. Aplicativos como *The Eye of Judgment* (2007), *Kweekies* (2009) e *Quiver* (2012) utilizaram essa tecnologia, introduzindo a RA no entretenimento. A necessidade desta tecnologia vai ao encontro de um dos conceitos principais apresentados por Papagiannis (2017), o qual a autora define como Overlay:

A primeira fase de RA, a que eu chamo de “Overlay”, focava-se numa sobreposição digital sobre a realidade. Overlay incluía exemplos como um modelo 3D de um jogador de basebol a aparecer virtualmente num cartão colecionável ... Muitas vezes, nesta primeira vaga, também se era obrigado a descarregar e imprimir uma imagem ou alvo específico para desencadear a experiência de RA. (p. 22)

Figura 4

Exemplos de marcadores fiduciais do CyberCode



Nota. Retirado de Rekimoto & Ayatsuka (2000).

Em 1997, Ronald Azuma, uma figura notável dentro desta área, estabeleceu três características que um sistema ou experiência têm de seguir para serem considerados RA. Combinação do real e virtual, interatividade em tempo real e registo tridimensional.

Sendo que a terceira característica, conhecida como registo, foi destacada por Papagiannis (2017), como a necessidade de uma simbiose dos objetos virtuais com os objetos físicos do mundo real; “Então, se um candeeiro virtual de RA parece flutuar acima da mesa física em vez de ser registada diretamente na mesa ... esta falha técnica quebra a ilusão de que aquela lâmpada existe no espaço” (Papagiannis, 2017, p. 20).

Embora protótipos como o *EyeTap* e o *Super Cockpit* representassem avanços, enfrentavam limitações no rastreamento ocular e na integração do real com o virtual. Os dispositivos HMD de RA na época categorizavam-se em três tipos: RA baseada em monitores, que exibia uma mistura de ambientes gravados num monitor; RA baseada em visores transparentes, que usava espelhos para combinar elementos reais e virtuais; e *Video See-Through AR*, que substituíam os espelhos por displays no nível dos olhos (Nee & Ong, 2023).

Em 1999, Hirokazu Kato desenvolveu o ARToolKit, uma biblioteca de software de código aberto que democratizou a criação de experiências de RA. Segundo Nee & Ong (2023) o ARToolKit “permitiu um rastreio do vídeo calculando a orientação exata da câmara em relação aos marcadores físicos em tempo real” (p. 42). Este software, é usado até à atualidade e permite a criação de experiências de RA em dispositivos móveis e desktop, bem como é suportado por vários sistemas operativos como Windows, OS X, Android e iOS (Mealy, 2018).

2.1.1 Portabilidade de RA

Nos anos 2000, a indústria de RA registou um avanço significativo devido ao rápido crescimento e adoção de dispositivos móveis, bem como uma evolução substantiva a nível de *hardware* e *software*. Ecrãs com maior resolução, memórias com maior capacidade e processadores mais potentes, criaram um cenário favorável para o desenvolvimento de aplicações de RA (Nee & Ong, 2023). A popularização destes dispositivos permitiu que a tecnologia se expandisse rapidamente, e com ferramentas tão poderosas como pequenas e acessíveis, foi natural que programadores tomassem partido disto e comesçassem a explorar o potencial da RA neste contexto. Estes avanços tecnológicos permitiram a criação de sistemas portáteis mais compactos e uma consequente exploração da portabilidade da tecnologia de RA. Embora os primeiros protótipos já apresentassem esta característica, como o *EyeTap* de Steve Mann, estes tinham limitações ao nível de *hardware*, tornando-os muito volumosos e complexos de usar. Além disso, tratava-se de protótipos experimentais, que não estavam ainda preparados para comercialização, em grande parte devido a fatores como os elevados custos relativamente ao seu desenvolvimento e produção. No ano de 2002, Bruce Thomas criou um sistema muito mais prático, com uma capacidade de resposta em tempo real e, sobretudo, a possibilidade do utilizador interagir com o meio virtual – ao contrário do protótipo de Mann em que o utilizador era um receptor passivo de informação. *ARQuake*, considerado o primeiro sistema de videojogos de RA ao ar livre, possuía uma tecnologia mais avançada, como um sistema de localização GPS que possibilitava um registo dos movimentos do jogador sincronizando-os com o jogo. Este sistema possuía também uma bússola digital que possibilitava uma melhor navegação do jogador e um sistema de grelhas

que permitia o monitoramento do ambiente em que o jogador se encontrava (Wearable Computer Lab, s.d.).

Figura 5

Sistema utilizado no ARQuake



Nota. À direita e à esquerda, o sistema de mochila equipado com um computador e um HMD. No meio, o sistema de grelhas sobreposto no ambiente real (Wearable Computer Lab, s.d.).

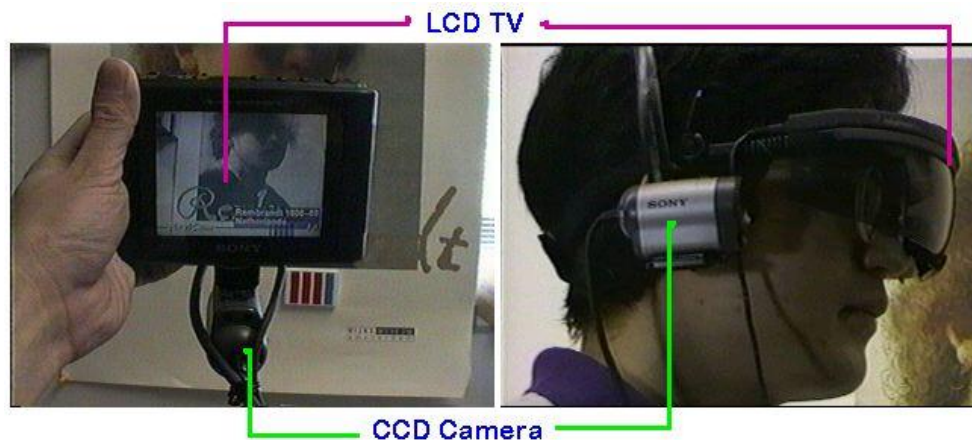
Em 2003, Daniel Wagner e Dieter Schmalstieg desenvolveram um dos primeiros sistemas de RA portátil baseado no uso de uma câmara e de marcadores fiduciais. Este avanço marcou uma transição importante num período em que pessoas da área começaram a abandonar mochilas equipadas com computadores e HMDs em prol de dispositivos portáteis com câmaras integradas, que eram emergentes no mercado. Esta abordagem revelou-se significativamente mais prática e acessível, devido ao menor custo e à crescente disponibilidade de dispositivos móveis na época. Esta globalização tornou-se um fator determinante para o sucesso do desenvolvimento de soluções de RA portátil, levando a que muitos profissionais da área passassem a ter uma maior consideração deste contexto emergente (Schmalstieg & Wagner, 2007). Este sistema usava um Personal digital assistant (PDA) como meio de visualização e interação, e devido à sua eficiência na sobreposição do ambiente digital com o virtual – através do uso da biblioteca de tracking da

ARToolKit – este tornou-se um dos precursores dos sistemas de RA em dispositivos móveis (Nee & Ong, 2023). Ainda assim, as primeiras instâncias de RA portátil podem ser encontradas anos antes deste sistema. Em 1993, George Fitzmaurice desenvolveu o primeiro dispositivo portátil de RA, com a capacidade de fornecer informações contextuais ao apontar a câmara para determinados objetos. Segundo Höllerer & Schmalstieg (2016) em 1995, com Jun Rekimoto, regista-se “o primeiro verdadeiro display portátil de RA, embora conectado” (p. 38) a um computador, de forma a fazer o processamento das imagens captadas e gerar assim a informação que será redirecionada para o LCD. A NaviCam foi um sistema equipado com uma câmara e fazia o uso daquilo que o autor chamava de color-codes, não muito diferentes de marcadores fiduciais, de forma a detetar o ambiente físico e fazer a integração com informações adequadas ao contexto:

Ao contrário dos sistemas de RA anteriores, que utilizam head-mounted ou head-up displays, a nossa abordagem emprega um dispositivo transparente de vídeo do tamanho de um palmtop para apresentar uma visão aumentada por computador do mundo real. O utilizador não precisa usar nenhum equipamento de cabeça pesado. Tal como uma lupa, o utilizador pode facilmente mover o dispositivo e comparar imagens reais e aumentadas. (Rekimoto, 1997, p. 1)

Figura 6

Navicam



Nota. Assistente digital pessoal (PDA) conectado a um HMD com uma câmara. Retirado de Rekimoto & Nagao (s.d.).

Em 2004, Mathias Möhring introduziu o conceito de marcadores tridimensionais, diferenciando-se dos tradicionais marcadores fiduciais, que são bidimensionais. Esta abordagem proporcionava uma maior robustez e versatilidade no *tracking* das câmaras, uma vez que os marcadores 3D eram menos suscetíveis a fatores intrínsecos da câmara, como a distorção da lente ou a distância focal. Além disso, estes marcadores utilizavam pontos não coplanares, que permitiam que a câmara processasse melhor a sua posição relativa ao marcador no espaço, até quando o mesmo se encontrava num ângulo extremo ou numa posição mais longe. Estes eram também menos afetados por fatores extrínsecos à câmara, como o nível de iluminação. Com formas e cores estrategicamente colocadas, os marcadores não só ofereciam uma deteção mais confiável em diversas condições, como também possibilitavam a codificação de uma maior quantidade de informações (Möhring, 2004).

Em 2006, a empresa Nokia introduziu o projeto MARA (*Mobile Augmented Reality Application*), sendo um dos primeiros sistemas de navegação dentro do contexto de RA. A app tomou partido dos componentes presentes no telefone, fazendo o uso do acelerómetro para orientação, da bússola para direção, do GPS para localização e da câmara para identificação. A

partir do *hardware* do telefone e da app, tornou-se possível a leitura de objetos e a consequente disponibilização em tempo real de informações contextuais aos mesmos. Além disso, desde que os objetos sejam reconhecidos através de uma base de dados, Nee & Ong (2023) destacam a capacidade da app de identificar locais como restaurantes e fornecer dados sobre estes estabelecimentos. Para além desta funcionalidade de *wayfinding*, a app também possibilitava a localização de outras pessoas, desde que o telefone das mesmas fosse equipado com um GPS e *software* compatível. Em 2008, em conjunto com o lançamento do primeiro telefone Android, a empresa *Wikitude* (na altura *Mobilizy*) lançou uma plataforma chamada *Wikitude World Browser*. Esta fazia uso de tecnologia de RA e era similar ao projeto MARA, que disponibilizava informações através de uma sobreposição com o ambiente físico. Papagiannis (2017) apresenta também uma app similar ao browser *Wikitude* que foi lançada em 2011. Blippar, que pode ser considerada a precursora da *Wikitude*, possuía uma capacidade tecnológica superior por meio da integração de *computer vision*, inteligência artificial e *machine learning*. Para além de possibilitar a identificação de vários objetos através de marcadores fiduciais ou não, pode também fornecer, por exemplo, receitas e listas quando o utilizador aponta a câmara do smartphone para determinados objetos como frutas ou vegetais. Esta forma inovadora de interagir com o ambiente físico pode ser utilizada em várias áreas como na educação. A possibilidade de um estudante apontar a câmara do seu telemóvel e adquirir informações em tempo real é uma vantagem que pode tornar a experiência de aprendizagem mais imersiva. Mealy (2018) reforça que esta app também pode ser utilizada como um elemento de publicidade ou *branding*; “por exemplo, a Nestlé pode solicitar que sempre que um utilizador exiba uma imagem de uma das suas barras de chocolate, a app Blippar entregue um jogo de RA ao utilizador” (p. 309). Este é um exemplo, que também poderia ser aplicado em várias outras áreas, como na educação. Reforça-se esta área pelo facto de esta app se apresentar como uma mais valia para tornar a experiência de aprendizagem mais interativa através de uma abordagem *Game-Based Learning* (GBL). A gamificação de conteúdo educacional pode motivar estudantes a querer aprender mais de forma lúdica (Nee & Ong, 2023). Reitera-se, por último, que esta app tem um grande potencial para ser utilizada numa navegação assistida por RA, em que, através de comandos de voz e o uso da câmara, o utilizador tem a capacidade de se orientar em espaços desconhecidos através da disponibilização de informações.

Em 2010, marcou-se uma data importante para a história da RV com Palmer Luckey, uma figura chave nesta área. Luckey foi responsável por um impulsionamento de melhorias em dispositivos de RV. Focou-se na construção de protótipos de *head-mounted displays* (HMDs) que priorizavam um baixo custo, um tempo rápido de resposta, um campo de visão maior que os HMDs existentes no mercado, e sobretudo, que fossem confortáveis de utilizar. Em 2012, Luckey começou uma campanha no *website* Kickstarter, angariando cerca de 2.4 milhões de dólares. Isto não só o ajudou a financiar a construção e melhoria dos seus protótipos (*Oculus Rift* e *Oculus Touch*) como também se revelou um indicador de um interesse do público em relação a esta tecnologia (Mealy, 2018).

Nos anos seguintes, as grandes companhias também aderiram à gradual popularização destes dispositivos, como por exemplo a Google com a criação dos Google Glass e a Microsoft com o lançamento das HoloLens (Nee & Ong, 2023). Em 2017, viu-se uma democratização crescente do acesso a softwares que permitiam a criação de aplicações de RA, com a introdução do ARKit da Apple e o ARCore da Google. A partir destes, aumentaram-se os números em cerca de 250 milhões de utilizadores com dispositivos que suportavam funcionalidades destes meios de visualização.

2.2 Tipos de Realidade

Devido à extensa história destas tecnologias, é importante referir que ao longo do tempo foram definidos vários tipos de representação da realidade: Realidade Aumentada (RA), Realidade Virtual (RV), Realidade Mista (RM), Realidade Mediada, Realidade Estendida (RE), Realidade Multi-mediada, Realidade aumentada fenomenológica, Virtualidade Aumentada (VA), etc. No entanto, por uma questão de simplicidade e coesão, seguir-se-á o conceito de Milgram et al. (1994), Reality-Virtuality (RV) continuum, para apresentar as diferentes realidades e estabelecer as suas diferenças. Neste, estão presentes cinco conceitos diferentes: Ambiente real, Realidade Aumentada, Virtualidade Aumentada, Ambiente Virtual (ou Realidade Virtual) e Realidade Mista. Representado graficamente, apresenta-se como uma linha que vai da esquerda

para a direita e que se divide em quatro conceitos. Na extremidade esquerda encontra-se o Ambiente real, seguido pela Realidade Aumentada e na extremidade direita encontra-se a Realidade Virtual, antecedido pela Virtualidade Aumentada. O quinto conceito, Realidade Mista, encontra-se por cima da linha, revelando-se como aquele em que os objetos de ambos os ambientes se apresentam num único ecrã. Começando pelo extremo esquerdo, com o Ambiente Real, este consiste em qualquer ambiente físico que seja constituído por objetos reais. Pode ser visualizado em pessoa ou por vídeo, porém, de forma a que permaneça nesta categoria, a forma de visualização não pode sofrer nenhuma manipulação digital. No extremo direito encontra-se o Ambiente Virtual, sendo essencialmente o oposto do anterior, constituído por qualquer ambiente que seja criado ou simulado por um computador (Milgram et al., 1994). Podendo ser um sinónimo de RV, esta refere-se a uma forma imersiva de criar realidades que não existem, por meios computacionais. Através do uso de um HMD, o utilizador é completamente isolado do ambiente exterior e é colocado numa realidade fictícia, ou numa representação virtual de espaços reais (Mealy, 2018). Nesta, surge um conceito extremamente importante, e cada vez mais pertinente nos dias de hoje, com o uso das tecnologias móveis: Presença. Papagiannis (2017), define este conceito como “um termo utilizado em Realidade Virtual para descrever a perceção e a sensação de realmente ‘estar lá’ no ambiente virtual gerado por computador, como se fosse um lugar real” (p 114). Bolter & Grusin (2000), corroboram esta definição, através do termo de Imediatismo (Immediacy); “a lógica do imediatismo dita que o próprio meio deve desaparecer e deixar-nos na presença da coisa representada” (pp. 5-6), acrescentando também que “o utilizador já não está consciente de estar a confrontar um meio, mas em vez disso mantém uma relação imediata com o conteúdo desse meio” (p. 24).

O próximo tipo de realidade será a Aumentada. Esta difere da RV por não isolar o utilizador do ambiente real, em vez disso, o utilizador permanece no mundo real e o virtual é inserido no ambiente físico (Papagiannis, 2017). Porém, outra diferença é que a imersão nesta “realidade” no contexto de dispositivos móveis é afetada devido ao tamanho das telas e ao utilizador não estar completamente isolado do ambiente real; “comparada com a imersão sensorial completa criada para os utilizadores em ambientes virtuais através de dispositivos ... e

ecrãs de grandes dimensões, a imersão proporcionada pela RA móvel é uma imersão de contexto” (Wu et al., 2022, p. 2). Com isto, os autores estabelecem três princípios de forma a garantir que o utilizador se encontra imerso durante uma experiência de RA móvel. Estes princípios são estabelecidos de acordo com a relação do ambiente físico com o virtual. O primeiro princípio, relação contextual, reforça que o objeto virtual deve estar ligado de forma contextual ao ambiente real em que o utilizador se encontra. Para demonstrar isto, Wu et al. (2022) exemplificam o ambiente físico como um prado e o objeto virtual como uma borboleta. Esta relação não só aumenta a perceção de que o objeto é real, como também influencia a imersão do utilizador. Porém, como os autores apresentam, esta relação não influencia significativamente a presença do utilizador. O segundo, relação física, reforça que o ambiente virtual deve respeitar as mesmas leis físicas do mundo real, de forma a garantir uma consistência entre os dois, reduzindo a carga cognitiva do utilizador. Os autores exemplificam como a borboleta, ao ser afetada pela gravidade, ajuda a que “durante a experiência, o utilizador não incorreria em carga cognitiva adicional devido à inconsistência percebida entre os objetos virtuais e as leis físicas do mundo real” (Wu et al., 2022, p. 4). Os autores observaram também que, se uma experiência seguir esta relação, a mesma pode influenciar positivamente a presença do utilizador durante a mesma. O terceiro e último princípio, relação interativa, promove o uso de gestos para que o utilizador possa interagir de forma natural tanto com o mundo real quanto com os objetos virtuais; “é natural e intuitivo para o utilizador manipular objetos virtuais em 3D diretamente, tal como faz com objetos reais” (Wu et al., 2022, p. 2). Os autores acrescentam que, se uma experiência seguir esta relação, aumenta-se a presença do utilizador durante a experiência, pois o mesmo sente-se mais “perto da borboleta virtual”. Com isto, Wu et al. (2022) introduzem um conceito igualmente importante à Presença: o Flow. A Presença é definida como uma sensação de imersão num ambiente, onde os elementos físicos e virtuais se integram de forma equilibrada. Flow caracteriza-se como um estado de “absorção total na atividade de RA” (p. 2). Ambos os conceitos são, então, essenciais para garantir que o utilizador alcance o nível máximo de imersão, ou seja, um estado em que o mesmo se sente totalmente envolvido tanto na atividade (através do Flow) quanto no ambiente (através da Presença). Enquanto a Presença se foca na sensação do utilizador se emergir no ambiente virtual/real, o Flow está relacionado com a absorção total durante uma interação.

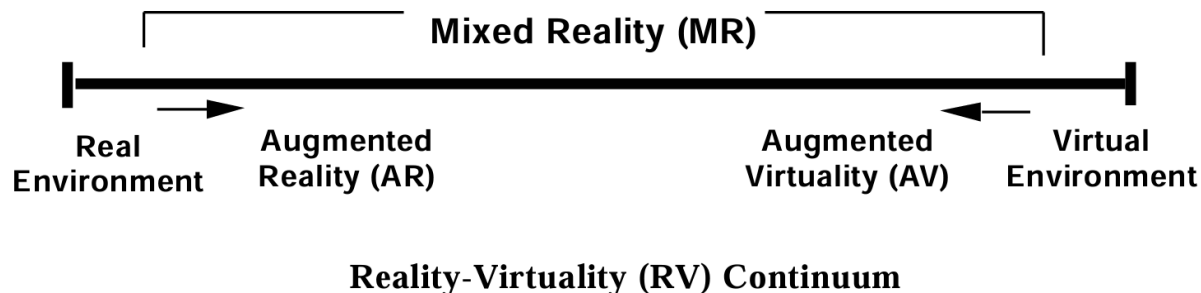
Voltando ao conceito de Milgram et al. (1994), a próxima realidade a analisar no *Continuum* será a Virtualidade Aumentada. Os autores, definem este conceito através de uma pergunta: “o ambiente envolvente é principalmente virtual, mas aumentado através da utilização de dados de imagens reais (isto é, não modelados)?” (p. 5). Através desta questão, pode estabelecer-se uma comparação antitética com o conceito de RA. Segundo Mealy (2018), RA refere-se à sobreposição de objetos virtuais no mundo real, enquanto que na Virtualidade Aumentada, refere-se à sobreposição de conteúdo real no mundo virtual.

Por último, a Realidade Mista é um termo que abrange tanto a RA como a RV. Por definição, a RM apresenta-se como “aquela em que os objetos do mundo real e do mundo virtual se apresentam num único ecrã” (Milgram et al., 1994, p. 3). Segundo Nee & Ong (2023), existem várias definições para este tipo de realidade, sendo uma delas a ideia de que RA e RM, têm o mesmo significado. Mealy (2018), expressa a mesma ideia, dizendo que “Por vezes, a RM pode funcionar de forma semelhante à RV e, por vezes, de forma semelhante à RA” (p. 11). Porém, os autores mencionados, apresentam também um conceito diferente ao anterior, expondo que a RM, pode apresentar-se como uma “evolução” da RA. Neste caso, já não acontece uma sobreposição passiva de informações à realidade física, mas sim uma verdadeira integração onde os utilizadores conseguem interagir com os objetos virtuais, como se fossem parte do ambiente real. Para além desta interação, estes objetos virtuais apresentam características alinhadas com o ambiente em que estão inseridos, garantindo uma experiência mais imersiva para o utilizador. Esta abordagem de uma integração mais apurada entre os ambientes, alcançada pela adaptação das propriedades do ambiente físico às dos objetos virtuais, vai ao encontro das três relações descritas por Wu et al. (2022).

Enquanto a RA é definida como uma condição na qual os objetos virtuais são visualmente sobrepostos ou justapostos ao mundo real, a RM é interpretada como um passo para além da RA, na qual os objetos virtuais colocados no mundo real podem ser interagidos com. (Nee & Ong, 2023, p. 393)

Figura 7

Continuum de Realidade-Virtualidade



Nota. Retirado de Milgram et al. (1994).

Com isto, apesar da próxima Realidade não constatar no *Continuum* de Milgram et al. (1994), é relevante mencioná-la. A Realidade Mediada, segundo Papagiannis (2017), permite que o utilizador remova elementos indesejados do seu campo sensorial. A autora destaca a capacidade desta forma de realidade, poder aumentar os níveis de atenção do utilizador ao filtrar conteúdo que o mesmo não deseja ver. Como exemplo do potencial desta tecnologia, Papagiannis menciona os fones de ouvido Here One, que serviam como um mediador entre o utilizador e o ambiente. Controlados por uma aplicação móvel, permitiam ao utilizador seleccionar os sons que desejava ouvir ou filtrar, ajudando-o a concentrar-se melhor ou a amplificar os sons de interesse. Outra aplicação desta tecnologia, no campo visual, pode ser vista em capacetes de soldar, em que estes têm a capacidade de diminuir os níveis de brilho emitidos pela soldadora (Nee & Ong, 2023).

2.3 Aplicações de RA

Papagiannis (2017) estabelece dois períodos na evolução da RA. O primeiro, Overlay, focou-se numa exploração das possibilidades e do potencial desta tecnologia. Através de um uso predominante de marcadores fiduciais, criou-se várias experiências de RA, porém, o conteúdo apresentado em cada interação permanecia igual, diminuindo assim o apelo em interações

repetidas. A previsibilidade do conteúdo reduzia o interesse pela tecnologia, uma vez que não havia apelo suficiente para manter a atenção dos participantes. Em contraste, no segundo período da RA, houve uma mudança ao deslocar o foco da novidade da tecnologia em si para o utilizador. “A principal diferença entre Overlay e Entryway ... és tu. Tu és a força motora na Entryway. Tu és o contexto que define a experiência” (p. 23). Como a autora também defende, “o público é primeiro sobrecarregado por experiências visuais novas e invulgares, mas mais tarde, depois de ‘a habituação destruir a ilusão’, um novo meio já não possui ‘o poder de cativar’” (p. 116). Com isto, é defendido que nesta segunda fase, Entryway, deve-se mover para além da dependência de um meio, em prol da criação de experiências que cativem os utilizadores. O poder de storytelling é o que distingue e eleva estas tecnologias e meios de comunicação, bem como a criatividade e a forma como estas são usadas. Papagiannis (2017) reforça que “na primeira onda de RA, a tecnologia liderou fortemente, mas agora nesta segunda onda está a assistir-se a uma mudança em direção à importância do design de experiência impulsionado por uma narrativa convincente” (p. 120). Dado este contexto, é pertinente examinar como esta tecnologia em evolução, tem sido aplicada em diversas áreas e integrada em diversos produtos, destacando o seu potencial transformativo nas respetivas indústrias.

2.3.1 Artes

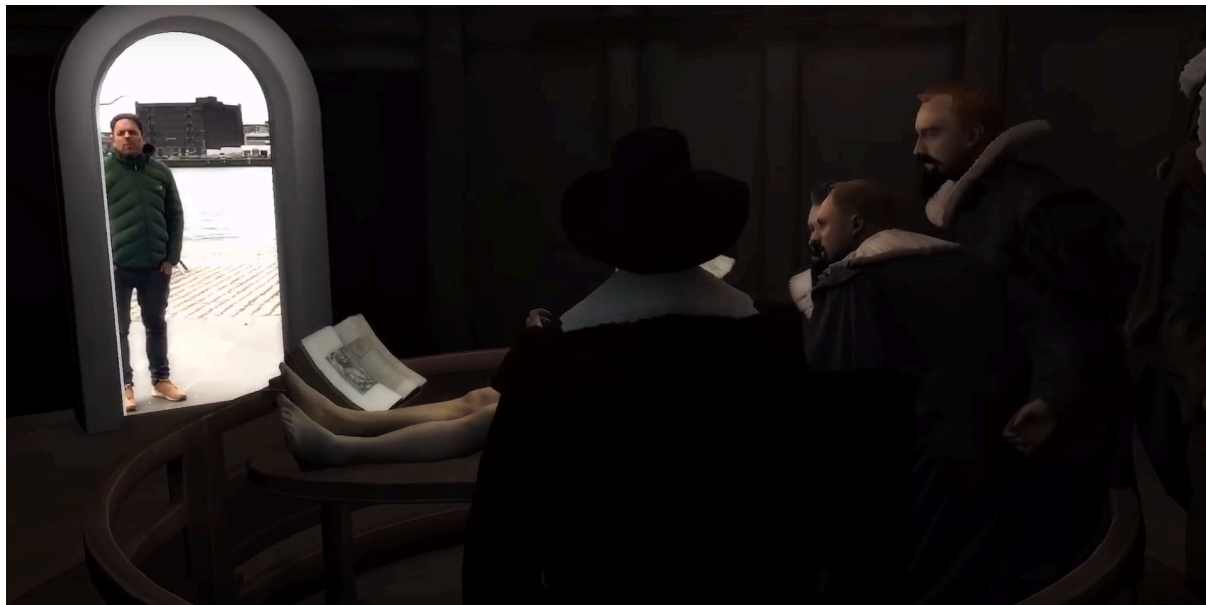
No campo artístico, segundo Mealy (2018), a Realidade Aumentada apresenta o mesmo potencial que o graffiti outrora apresentou. O autor reforça a capacidade que esta tecnologia tem em tornar arte acessível ao público, defendendo que “com RA, a arte pode estar em qualquer lugar” (p. 228). Nee & Ong (2023) apresentam o papel exploratório e transformador desta tecnologia, referindo que melhora a capacidade de imersão e de absorção de informação do utilizador. Ambos corroboram o ponto de vista de Mealy, defendendo que, “o uso da realidade aumentada está de facto correlacionado com um aumento da acessibilidade à informação” (Nee & Ong, 2023, p. 314). Esta garantia de uma maior e melhor acessibilidade à informação é ao mesmo

tempo melhorada através da possibilidade da sobreposição de camadas de informação nos objetos. Outra forma de melhorar uma experiência de RA é através da renderização digital dos objetos, permitindo uma interação mais detalhada e completa. Estes são construídos em computadores e são, consequentemente, sobrepostos aos objetos reais. Este processo de digitalização é predominantemente utilizado no âmbito de exposição e conservação, como por exemplo em obras de arte, esculturas, animais pré-históricos, pinturas e até monumentos (Nee & Ong, 2023). Com isto, os autores mencionam a possibilidade desta tecnologia tornar o invisível visível e dão o exemplo de uma múmia dentro de um sarcófago. Reforçam que, por intervenção desta tecnologia, é possível vê-la através do mesmo; “a visualização das relíquias através do sistema de RA mostra outra camada da realidade, de outra forma invisível a olho nu” (Nee & Ong, 2023, p. 314). Acrescentam também outros exemplos de aplicações destinadas para uso em museus, em que, a partir das mesmas, consegue-se ver animais pré-históricos. Outro exemplo é a app Rembrandt Reality, lançada dia 12 de março de 2019. Nesta os utilizadores conseguem entrar dentro de uma das mais famosas pinturas de Rembrandt, A Lição de Anatomia do Dr. Tulp de 1632, e orbitar à volta da dissecação do criminoso. Vê-se, portanto, que a partir desta digitalização, tornou-se possível explorar a história dos objetos expostos e compreender as transformações que sofreram ao longo do tempo. Para além de museus, os autores registam também o uso desta tecnologia em performances teatrais, dando o exemplo de projetos como ALICE em 2014 e a peça de teatro What the Moon Saw em 2017. Nestes, o papel da RA ajuda a redefinir a forma convencional de storytelling, ao permitir que os artistas controlem os elementos do palco através de fatos de captura de movimento, ou que o público interaja com os artistas. Dá-se assim uma gamificação do conteúdo em que ambos interagem, criando uma experiência teatral mais imersiva e participativa. Por exemplo, o público poderia influenciar a história da peça, ao “incorporar figuras ou personagens e controlar os seus movimentos dentro do ambiente” (Nee & Ong, 2023, p. 441). Mealy (2018), expõe também que a RA possibilita novas formas de interação entre o público e elementos digitais, como no caso das obras de Jeff Koons no Snapchat. Nesta experiência, através do uso de telemóveis, os utilizadores interagiam com obras de arte digitalizadas ao explorar fisicamente os locais onde estas seriam exibidas em RA. Pode-se então, estabelecer uma comparação com os projetos relativos ao teatro e aos museus, onde a RA

procura uma gamificação do conteúdo ao permitir que o público influencie a narrativa e interaja com os conteúdos expostos em tempo real. Já a interação, no contexto das obras de Koons, é de uma natureza mais estática e contemplativa. Porém, ambas as abordagens destacam como o uso desta tecnologia pode transformar a percepção do público.

Figura 8

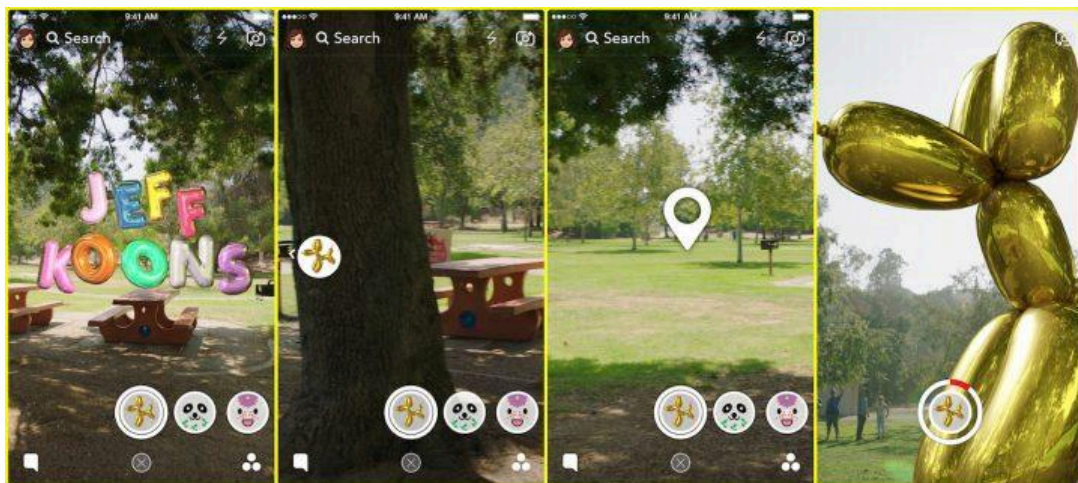
Rembrandt Reality



Nota. Aplicação de RA Rembrandt Reality. Retirado de Robustelli (2019)

Figura 9

Esculturas de Jeff Koons no Snapchat



Nota. Através dos filtros disponíveis no Snapchat, os utilizadores interagiam com as esculturas de Jeff Koons; Retirado de Voon (2017).

2.3.2 Engenharia

Nee & Ong (2023) reforçam que foi devido a um investimento nas áreas de Engenharia e Ciência que se tornou possível a criação e consequente adoção das tecnologias *head-up display* (HUD) e HMD. Estes avanços tecnológicos foram só possíveis devido a uma longa história de inovações anteriores. Pôde-se ver a primeira forma de informação aumentada, com os telescópios de Howard Grubb que, mais tarde, serviram como inspiração para a criação de Miras Telescópicas usadas em aviões de combate. Com isto, em 1918, a indústria alemã *Optische Anstalt Oigee* desenvolveu uma mira refletora para ser usada na indústria aeronáutica. Esta utilizava uma pequena lâmpada na sua base que por meio de um sistema de lentes e espelhos, projetava uma marca no vidro, alinhando-a com o alvo independentemente da posição do olho do utilizador. Pode-se considerar que a criação destas miras foi o ponto de partida para os HUD, que compartilhavam o mesmo princípio de projeção de informação no campo de visão do utilizador. Sendo assim, em 1960, foi usado o primeiro HUD num avião de combate que, consequentemente, se padronizou para todos os outros aviões nos anos 70. Anos mais tarde, Thomas Furness revolucionou este método de visualização através do programa super cockpit, criando um HMD para uso militar. A diferença de um HUD para um HMD residia no facto de que o último era usado pelo utilizador e não era estático. Através destes, registou-se uma melhoria substancial na performance do piloto, levando então a que esta tecnologia fosse adotada na aviação civil. A partir destas tecnologias, permitiu-se uma facilitação na navegação que era dificilmente ignorada; “em termos simples, a RA apoia tarefas de aviação e navegação, melhorando a compreensão do piloto sobre o ambiente envolvente, o espaço aéreo e o terreno” (Nee & Ong, 2023, p. 474). Nos anos 90, Thomas Caudell e David Mizell propuseram a criação de um HMD de forma a auxiliar engenheiros e técnicos no seu trabalho. Como refere Mealy (2018), “à escala industrial, tudo o que poupe um pouco de tempo ... pode rapidamente resultar em enormes poupanças” (p. 236).

Como foi com a Boeing, a Thyssenkrupp, também fez o uso de HMDs equipados com RA de forma a aumentar a produtividade dos trabalhadores. Neste caso, através do uso das HoloLens da Microsoft, o técnico conseguia obter uma vista tridimensional do objeto no seu headset, de forma a descobrir qual parte necessitava de manutenção. Através destes, também se tornou possível uma colaboração online e virtual entre os técnicos, facilitando a troca e retenção de conhecimentos via transmissão de vídeo em tempo real. Nee & Ong (2023) corroboram estes benefícios afirmando que “o custo seria diretamente afetado, evitando a necessidade de formação em manutenção demorada e cara, bem como os custos de deslocações” (p. 670). Papagiannis (2017), por sua vez, expõe que: “a RA já não é apenas uma camada sobre a realidade, torna-se agora uma transformação da realidade” (p. 148). Com isto, a autora apresenta outro exemplo de comunicação por RA em tempo real diferente do caso exposto por Mealy. Neste, a cooperação entre indivíduos acontecia por vídeo, através da *Holoportation*, sendo possível que o utilizador se projete num ambiente físico como se fosse teleportado. A partir deste, devido também a uma possibilidade de gravação de vídeo, torna-se possível “reviver eventos em formas espaciais virtuais em 3-D, para além das limitações da memória humana, e até mesmo experienciar esses eventos mais tarde, a partir de diferentes pontos de vista” (Papagiannis, 2017, p.137). Nee & Ong (2023), apresentam também a possibilidade desta tecnologia facilitar os processos de soldagem no contexto de construção naval. Neste caso, o HMD que sobrepõe as informações que orientam os soldadores, com as possíveis correções ou erros de soldadura, tem como base o HMD proposto por Mizell nos anos 90.

2.3.3 Saúde

Segundo Nee & Ong (2023), na área de saúde, desde 1895 que se usa uma forma de imagem “aumentada”. Através do uso de raios X, permite-se a prática de algo muito importante nesta área: “a aquisição de imagens médicas do paciente antes da operação” (p. 689). A partir desta aquisição prévia de dados, é possível definir em tempo real qual o método de tratamento mais adequado para cada situação. Apesar de ser possível visualizar os órgãos do paciente, Nee &

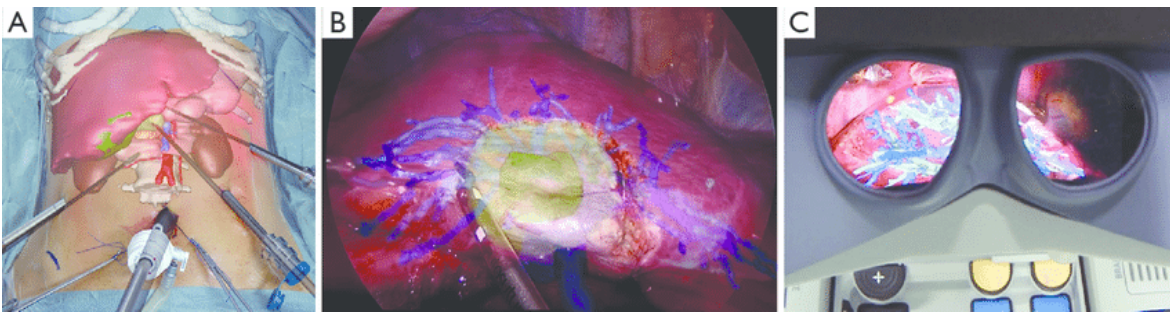
Ong (2023) defendem que, “embora a criação de imagens tenha evoluído radicalmente, a forma como as imagens são exibidas e acessadas continua basicamente a mesma de há 50 anos atrás” (p. 690). Defendem que, tirando raras exceções, a visualização de imagens continua a ser feita em ecrãs, o que gera um grave problema: a atenção é distribuída entre o ecrã e o paciente. Estes profissionais de saúde têm, portanto, de “projetar mentalmente” as imagens dos órgãos sobre o paciente, enquanto desviam o olhar da informação que está nos ecrãs. Também, a apresentação de múltiplos tipos de imagens, como ultrassons ou raios-X nos ecrãs durante uma cirurgia, pode aumentar o risco de erros cometidos pelos médicos.

Apesar de uma extensa história, o uso de tecnologia de realidade aumentada na área da medicina encontra-se na sua fase de gestação. Não obstante, apesar dos desafios que o uso da mesma apresenta, esta tem a capacidade de mudar radicalmente a forma como se trabalha neste contexto. A partir da sobreposição de imagens, torna-se possível ao cirurgião manter a sua atenção no paciente enquanto o opera. A disponibilização de informações detalhadas e a interação em tempo real com modelos tridimensionais dos órgãos do paciente permitem visualizar estruturas que de outra forma estariam ocultas. Os autores exemplificam o uso desta tecnologia em ação, na intervenção percutânea, um processo em que é utilizado em diversas áreas da medicina, incluindo anestesia regional, biópsias, drenagem de líquidos e administração de medicamentos ou cateteres. Neste exemplo, os autores, explicam que, através do uso de RA, torna-se possível visualizar um modelo tridimensional das zonas de inserção da agulha. Este método revela-se eficiente quando se trata de uma parte sólida e estática do paciente, mas quando os órgãos são influenciados pelo movimento cardíaco ou respiratório, com a deslocação dos mesmos, este método torna-se inviável. Apesar de tecnologias como a tomografia computadorizada (TAC) ou a Ressonância Magnética, estas não são suficientes para prever as deslocações dos órgãos. Por isso, uma das soluções mais usadas envolve a digitalização dos órgãos do paciente e a modelação digital. Para além dos órgãos terem de ser modelados com uma precisão extrema, também têm de ser modelados tanto no seu estado de repouso como deformados, tendo em conta as suas propriedades mecânicas, como por exemplo a sua elasticidade. Através dos polígonos do modelo digital e equações matemáticas, dá-se uma simulação e previsão de como estes órgãos se deformam durante a cirurgia. Para além do contexto cirúrgico, a RA também pode ser usada na

recuperação de indivíduos, cujos membros superiores (região formada pelo deltoide, ombro, braço, cotovelo, antebraço e mão) sejam comprometidos por fatores como o estilo de vida sedentário ou idade. Segundo os autores, a “RA pode proporcionar uma sensação realista e uma interação intuitiva para os utilizadores, além de suportar um ambiente controlável com feedback em tempo real” (Nee & Ong, 2023, p. 744). Para além de tornar o processo de reabilitação mais interativo e apelativo, através do uso de sensores via tecnologia vestível, permite-se uma monitorização dos movimentos e dados fisiológicos do utilizador. Dados como o ritmo cardíaco, a força de preensão do paciente e os ângulos articulares permitem que o sistema adapte os exercícios em tempo real de forma a adequar-se às necessidades de cada indivíduo.

Figura 10

Realidade Aumentada num âmbito cirúrgico



Nota. Uso de realidade aumentada por um robô Da Vinci; Retirado de Soler et al. (2014).

2.3.3 Entretenimento

Mealy (2018) observa que os consumidores tendem a associar a RA a contextos de natureza mais profissional, enquanto associam a RV a um âmbito mais lúdico. Porém, esta percepção tem vindo a mudar. Desde jogos como ARQuake lançado em 2000, a iterações mais populares como o Pokémon Go (2016), tem-se vindo a registar o uso crescente desta tecnologia

ao longo dos anos em contextos de entretenimento. O primeiro jogo desenvolvido, ARQuake, enfrentava limitações tecnológicas na sua época, exigindo o uso de uma mochila e de um HMD para funcionar. Em 2006, com a larga disseminação e evolução de dispositivos móveis e a superação destes limites, a Nokia criou o primeiro jogo cooperativo, AR Tennis. Este funcionava através de marcadores fiduciais, enquanto os utilizadores utilizavam os seus telemóveis como raquetes. A proliferação e consequente adoção em larga escala de dispositivos móveis, levou a que várias empresas começassem a produzir aplicativos de RA (Nee & Ong, 2023). Em 2016, a Niantic, Inc., em colaboração com a Nintendo e The Pokémon Company, lançaram o que seria a primeira interação com RA de muitas pessoas. O aclamado jogo Pokémon GO atingiu um pico de 21 milhões de utilizadores ativos só nos Estados Unidos, e tornou-se um fenómeno global ao permitir que capturassem pokémons virtuais no mundo real. Utilizando a câmara do smartphone e o sistema GPS, o jogo incentivou a exploração de espaços reais e promoveu atividades ao ar livre. Nee & Ong (2023) estabelecem, então, duas comparações entre este e videojogos tradicionais:

Além disso, o jogo beneficia socialmente os jogadores, entregando um sentido de presença. Porque localizações específicas são marcadas em todos os mapas dos utilizadores como um lugar para encontrar incentivos em jogo, os jogadores conseguem conhecer novos amigos à medida que exploram lugares parecidos no mundo real. Esta interação em pessoa é algo que não acontece em videojogos tradicionais. Para além disso, o aspeto físico do jogo que incentiva jogadores a moverem-se e a sair de casa, encoraja utilizadores a envolverem-se em atividades físicas, o que também não acontece normalmente em videojogos tradicionais (p. 712).

Para além das aplicações em videojogos, a RA também pode ser empregue em outras vertentes do entretenimento. O primeiro exemplo da aplicação de RA nesse contexto surgiu no desporto, especificamente no futebol americano. Em 1998, a empresa *Sportvision* introduziu a linha *1st & Ten*, utilizando um modelo tridimensional do campo combinado com dados de localização, inclinação e o zoom das câmaras. A partir destes, foi possível a projeção de uma linha virtual sobre o vídeo em tempo real, mudando a forma como o público acompanhava o jogo. Nee & Ong (2023) também apresentam a possibilidade de melhorar os treinos e as habilidades

dos atletas, beneficiando também treinadores e espectadores, através de projeções, avatares virtuais, análises e *feedback* em tempo real. Em 2018, no contexto do telejornalismo, o canal de notícias Al Jazeera utilizou gráficos de RA para cobrir os Jogos Olímpicos de Inverno (Mealy, 2018). Para além disto, a RA pode ser extensivamente vista nas redes sociais, em plataformas como o *Instagram*, *Facebook* e *Snapchat*. Começando em 2015, o *Snapchat* lançou a funcionalidade de filtros, que se podiam sobrepor sobre o utilizador ou o ambiente em que ele se encontrava. Em 2017, semelhante ao *Snapchat*, o *Facebook* possibilitou o uso de RA durante videochamadas, adicionando minijogos como o “Don’t Smirk” onde os participantes na chamada de vídeo olhavam uns para os outros e tentavam não sorrir. Se um jogador sorrisse, a RA era utilizada para exagerar o sorriso, concedendo aos outros jogadores um ponto por não sorrirem durante a ronda. Por último, em 2018, o *Instagram* adotou a funcionalidade dos filtros que o *Snapchat* introduziu em 2015.

2.4 Navegação

2.4.1 Wayfinding

A história desta área evoluiu significativamente durante o século XX sendo influenciada por mudanças sociais, guerras e desafios urbanos. Com a Segunda Guerra Mundial registou-se um crescimento desta área em consequência a uma crescente formação de veteranos em design, como John Follis, bem como uma realocação de designers europeus como Alvin Lustig para a América do Norte. Durante a Guerra Fria, à medida que os espaços urbanos se tornavam mais complexos, a necessidade de os tornar mais navegáveis influenciou o desenvolvimento de uma nova disciplina. Inicialmente chamada de design gráfico arquitetónico, mais tarde foi apelidada de wayfinding ou design gráfico ambiental (EGD em inglês). Figuras como Lance Wyman e Otl Aicher, conhecidos pelos seus pictogramas dos Jogos Olímpicos do México e Munique, respetivamente, contribuíram para o crescimento e reconhecimento desta área. Pioneiros como Ivan Chermayeff, Massimo Vignelli e empresas como a Pentagram, especializaram-se também na criação de sistemas de design para ajudar as pessoas a navegar nestes espaços (Gibson, 2009).

Utilizado pela primeira vez no livro *The Image of the City*, Lynch (1989) argumenta que o termo *wayfinding* nasceu da necessidade de estruturar e identificar o ambiente em que um indivíduo se encontra. O autor expõe que “para a maior parte das pessoas da cidade moderna, perder-se totalmente dentro dela é, talvez, uma experiência rara” (Lynch, 1989, p. 5). Esta raridade deve-se devido ao uso recorrente de meios para orientação como mapas ou a sinalética presente nas ruas. Com isto, o autor refere que uma perda deste sentido de orientação pode induzir sensações de ansiedade ou desconforto, como referido também por Kling & Krüger (2013); “uma pessoa que perde o seu sentido de orientação pode sofrer a perda de uma das suas capacidades mais fundamentais, a sua independência, possivelmente a sua autoestima e o seu sentido de identidade” (p. 10). Lynch (1989) apresenta então, a importância do conceito de imagens ambientais (*environmental images*), sendo estas, mapas mentais que os indivíduos constroem para se poderem orientar num espaço. A criação destes mapas mentais é altamente influenciada pelo ambiente em que os mesmos se encontram, sendo que um ambiente estruturado melhora a qualidade destas tornando-as mais vívidas e organizadas. Com isto, um mapa mental nítido permite uma navegação com maior confiança, bem como uma melhor interpretação do ambiente, aumentando a sensação de segurança e reduzindo o *stress* adjacente à navegação. Kling & Krüger (2013) argumentam que para o sentido de orientação de um indivíduo ser o mais claro possível, conceitos como identidade e diferenciação desempenham um papel importante. “Onde existe identidade ... implica uma diferença em relação aos outros. Mas é a diferenciação e a distinção que tornam possível a orientação em primeiro lugar” (p. 11). Diferenciação através da identidade de um espaço, é um tema central na sinalização e no desenho urbano, como discutido por Lynch (1989) e Kling & Krüger (2013). No entanto, é importante referir as diferenças entre os termos sinalização e *wayfinding* estabelecidas por Vanden-Eynden & Calori (2015). Enquanto que sinalização se refere ao uso de sinais visuais para transmitir informações específicas e orientar as pessoas num ambiente, *wayfinding* é mais abrangente. O *wayfinding*, estabelece-se como uma combinação de elementos como caminhos, pontos de referência e mapas de forma a ajudar os utilizadores a formarem mapas mentais claros e a navegarem de forma intuitiva num espaço. Lynch (1989) e Kling & Krüger (2013), destacam então, que em ambientes com pontos de referência e áreas que são facilmente reconhecidas, os indivíduos sentem-se seguros e capazes de tomar decisões com maior facilidade. Esta diferenciação é possível devido às características únicas de cada ponto de referência, que distinguem uma área da outra e criam uma sensação

coerente de identidade. A identidade, permite que os espaços transmitam significado enquanto que as diferenças entre os elementos garantem um rápido reconhecimento das diferentes áreas. Vanden-Eynden & Calori (2015), corroboram esta noção de identidade reforçando que “programas de sinalização bem concebidos servem para unificar visualmente um local, a sinalética pode desempenhar um papel de criação de lugar ao estabelecer uma identidade única e um sentido de lugar” (p. 6).

Lynch (1989) estabelece conceitos importantes que permitem não só esta distinção de diferentes áreas, mas também uma melhoria na experiência e na navegabilidade dos espaços urbanos. Legibilidade, imageabilidade e construção da imagem (ambiental), são termos interconectados que influenciam a forma como os indivíduos percebem e mapeiam mentalmente o ambiente envolvente. A Legibilidade, refere-se à facilidade com que o *layout* de uma cidade pode ser compreendido e navegado. Uma cidade com um *layout* legível permite que as suas partes constituintes sejam facilmente reconhecidas e organizadas num mapa mental coerente; A construção de uma imagem ambiental, requer a interação entre o ambiente físico e o observador, sendo influenciada pelas experiências sensoriais e memória do mesmo. Uma imagem ambiental é também subjetiva a cada indivíduo, pois é baseada na experiência e no sentido de familiaridade do mesmo dentro de um espaço; A Imageabilidade, é definida como uma característica inerente a um ambiente físico. Esta favorece a criação de uma imagem ambiental sólida conforme a unicidade dos elementos constituintes de uma área. Dependendo da perceptibilidade das cores ou do *layout*, pode-se dar a criação de um forte mapa mental, sendo portanto, o objetivo de um bom design urbano tomar partido destes elementos de forma a criar espaços que proporcionem um maior conforto aos seus utilizadores.

Vanden-Eynden & Calori (2015) definem que a área de *Environmental Graphic Design* (EGD) foca-se no desenvolvimento de sistemas visualmente coesos para a sua aplicação em ambientes. Estes sistemas gráficos podem ser aplicados em locais que variam entre edifícios individuais a complexos, cidades ou redes de transporte que conectam múltiplos locais. Os autores identificam, portanto, as três vertentes principais em que esta área atua. Sinalização e *Wayfinding*, como referido anteriormente, orienta as pessoas dentro de um local ajudando as na sua navegação; Interpretação, conta uma história sobre um determinado local, transmitindo o seu

significado ou o contexto; *Placemaking* cria uma imagem ambiental distinta para o local, conferindo-lhe identidade e carácter únicos. Mas o que distingue estas vertentes umas das outras? Embora se interliguem e trabalhem juntas, o que as distingue e define é a sua intenção. Esta orienta as escolhas de *design* e determina o impacto desejado no ambiente construído. Os autores reforçam este termo através de um exemplo. O interior de um restaurante bem projetado garante uma forte perceção da identidade espacial do local, pois cria uma atmosfera e estética memoráveis que contribuem para a experiência do utilizador. No entanto, este espaço não se enquadra no conceito de *placemaking*, porque a sua principal função não é comunicar informações de forma explícita. A sua identidade e impacto derivam da arquitetura, não dos sistemas de comunicação visual projetados. Por outro lado, a *Times Square* exemplifica a vertente de *placemaking*. A sua identidade deriva da abundante concentração de sinalização, que comunica de forma contínua e intencional. Mesmo que a maioria desta comunicação seja publicidade, a intenção de transmitir informação faz com que a esta praça se enquadre no conceito de *placemaking*. Portanto, a diferença mais uma vez reside na intenção; enquanto a *Times Square* utiliza sinalização como meio de comunicação, o restaurante procura criar uma conexão simbólica e emocional entre o espaço e o utilizador através de outros elementos, como arquitetura e o seu *design*. Kling & Krüger (2013) realçam assim a tensão presente entre sistemas de sinalização e arquitetura, pois ambos são sistemas simbólicos que procuram comunicar algo. “Os sistemas de sinalização são sistemas semânticos que inicialmente competem com a arquitetura, porque a própria arquitetura representa um sistema de símbolos que comunicam mensagens, ora abstratas, ora narrativas” (p. 21). Com isto, uma sinalização eficiente não pode ser demasiado subtil ou dependente da arquitetura, podendo falhar no seu objetivo ao passar despercebida ou tornar-se pouco legível. Por outro lado, uma sinalização demasiado atrativa pode desviar a atenção da arquitetura. Uma sinalização ideal deve complementar o espaço e ajudar na orientação sem competir visualmente com os elementos arquitetónicos, sendo que o seu uso serve um único propósito; “comunicar informações às pessoas sobre o seu ambiente” (Vanden-Eynden & Calori, 2015, p. 90). Arthur & Passini (1992), defendem também que “o objetivo dos “gráficos” na sinalização é auxiliar as pessoas primeiro no processo de tomada de decisão e depois no processo de execução da decisão” (p. 150).

Como Vanden-Eynden & Calori (2015) expõem, qualquer sistema de sinalização deve ser criado de forma cuidadosa porque as pessoas vão ler e interagir com a informação presente nos mesmos. Por este motivo, os autores apresentam um método que intitulam de Pirâmide dos Componentes de Sistemas de Sinalização. Esta metodologia procura garantir uma coerência dentro destes sistemas, tanto a nível informativo quanto a nível visual. Dá-se portanto uma divisão do seu desenvolvimento em três elementos: O Sistema de Conteúdos de Informação, o Sistema Gráfico, e o Sistema de Hardware.

O primeiro, é composto pela informação a ser exibida nos sinais englobando a redação das mensagens, a localização da sinalização e como os diferentes sinais e as suas mensagens se conectam uns aos outros. Este primeiro elemento serve tanto como a base funcional dentro desta metodologia, como a base de qualquer sistema de sinalização. O segundo, transforma o conteúdo informacional em elementos visuais bidimensionais. Este é específico a elementos como tipografia, ícones, símbolos, cores, *layout* e hierarquias presentes nos sinais, procurando garantir uma coesão visual em qualquer ambiente. O terceiro e último, é composto pelos elementos tridimensionais que exibem a sinalização. Abrange o design estrutural dos sinais, incluindo as suas formas, dimensões, materiais e acabamentos, bem como os seus métodos de instalação. Estes três elementos interagem entre si, como exposto pelos autores; “O sistema de conteúdo informativo é a base, o material informativo bruto é comunicado pelo sistema gráfico, que é por sua vez exibido no sistema de hardware” (Vanden-Eynden & Calori, 2015, p. 84). O design de um sistema de sinalização é diretamente influenciado pelo tipo e pela quantidade de informações que apresenta, pois a forma como os dados são organizados determina escolhas como o *layout*, tipografia e espaçamentos. De forma a comunicar a mensagem de maneira perceptível, os três sistemas mencionados na metodologia têm de trabalhar em conjunto.

Exemplos do uso de sinalização para navegação, podem ser vistos em aeroportos, hospitais, estádios, etc. Casos exemplificados por Kling & Krüger (2013), abrangem o *Green Point Stadium*, em Cabo Verde. Os arquitetos e designers responsáveis pela criação deste sistema, utilizaram uma comunicação minimalista. Através do uso predominante do círculo e de quatro cores – azul, vermelho, amarelo e verde – tiveram em conta várias questões de acessibilidade para o público que iria circular dentro do estádio; “O sistema de orientação baseia-se em formas

simples, cores claras e pictogramas compreensíveis a nível internacional, que garantem uma boa orientação e são particularmente adequados para uma comunicação de informação” (Kling & Krüger, 2013, p. 42). Outro exemplo fornecido pelos autores, e importante dentro do contexto deste projeto, pode ser observado na sinalização criada para o aeroporto de Berlim-Brandemburgo. Neste, os responsáveis pelo sistema integraram os elementos de sinalização de forma harmoniosa na arquitetura evitando a utilização de sinalização suspensa. Utilizando-se a cor vermelha, não só por ser a cor representante de Berlim e Brandemburgo, mas também porque se destaca do resto do aeroporto; “ [o uso desta cor] está reservada exclusivamente para a informação de voo e não é utilizada na arquitetura, pelo que pode ser rapidamente reconhecida como um portador de informação, mesmo a uma distância considerável” (p. 46).

Figura 11

Detalhes do estádio Green Point e do aeroporto Berlim-Brandemburgo



Nota. À esquerda, a sinalização do estádio Green Point, usando o círculo como elemento principal de comunicação (Büro für Gestaltung Frank Abele, 2018). À direita, o sistema de sinalização vermelho do aeroporto de Berlim-Brandemburgo evitando também o uso de sinalização suspensa (Moniteurs, 2020).

Se as hierarquias de cores forem claras e os contrastes elevados, os viajantes localizarão instintivamente a informação que procuram rapidamente. Com uma sinalização clara e

legível, os passageiros e visitantes sentem-se seguros no complexo. A cor melhora a clareza e a legibilidade e ajuda a comunicar a identidade do aeroporto. (Nehl & Schlaich, 2024, p. 126)

Os aeroportos são casos especiais. Estes exigem que a navegação seja rápida, intuitiva e eficiente. O fluxo constante de passageiros, as barreiras linguísticas e a necessidade de cumprir horários limitados tornam o *wayfinding* nestes ambientes um desafio complexo. Nehl & Schlaich (2024) defendem que atualmente é “um procedimento padrão que os grandes aeroportos sejam projetados com uma estratégia para duplicar ou mesmo triplicar a capacidade do espaço em poucos anos” (p. 15). Com a integração constante de novas áreas de forma a responder às necessidades dos utilizadores, estes espaços têm de facilitar a navegação dos passageiros em ambientes de uma complexidade sempre crescente.

Tendo em conta que estas infraestruturas nunca param de crescer, os designers têm de projetar sistemas de navegação que sejam igualmente mutáveis. Um aeroporto tem de adotar um design que não apenas reflita a cultura local mas que também acomode de forma eficiente a navegação dos passageiros, sendo que o seu sistema de *wayfinding* deve guiá-los de forma eficiente. Dentro do aeroporto, o percurso de um passageiro inicia-se no *check-in*, seguido pelos procedimentos de segurança, e frequentemente por um “passeio” na área comercial antes de chegar ao portão de embarque. Este processo ao qual Nehl & Schlaich (2024) chamam de *passenger journey*, deve ser considerado pelos designers e arquitetos não só quando criam um sistema de navegação mas também quando desenham a infraestrutura aeroportuária. Consequentemente, o fluxo de passageiros – ou *pax flow* – é melhorado através de um sistema de *wayfinding* bem estruturado que guie os passageiros de forma clara e eficiente. O principal objetivo destes sistemas no contexto aeroportuário é garantir um fluxo contínuo de pessoas, diminuindo o tempo de espera em áreas propensas a congestionamentos como os portões de embarque. Para isto faz-se uma separação entre os dois fluxos de passageiros – os que chegam e os que partem – direcionando-os pelos trajetos mais diretos. Este redirecionamento evita interseções entre os fluxos opostos, contribuindo para uma circulação mais eficiente e organizada; “[os passageiros] devem poder aproveitar um fluxo ininterrupto durante toda a viagem sem encontrar nenhum congestionamento” (Nehl & Schlaich, 2024, p. 23). Este fluxo é

por sua vez altamente influenciado pela rota que os passageiros escolhem para se deslocarem até aos seus destinos, tornando um sistema de sinalização essencial para garantir deslocamentos sem obstáculos.

O sistema de *wayfinding* traduz os fluxos de utilizadores, serviços e pontos de destino numa linguagem visual que permite aos viajantes obter uma compreensão espacial clara dos seus arredores, a partir de qualquer ponto dentro do complexo aeroportuário. O sistema de sinalização contribui então, não só para o estilo e aspeto visual da estrutura, mas também para a sensação de bem-estar e segurança dos passageiros. (Nehl & Schlaich, 2024, p. 20)

Então, o que define um sistema de *wayfinding* eficaz? Além de ser dinâmico e adaptável às mudanças na infraestrutura, este deve garantir uma comunicação intuitiva e universal, ultrapassando barreiras linguísticas de forma a facilitar a orientação de todos os utilizadores. Os autores identificam então, quatro elementos base para a eficácia de um sistema de *wayfinding*, garantindo-lhe também uma identidade própria; arquitetura, cor, tipografia e pictogramas.

A forma como o aeroporto é apresentado influencia a percepção dos passageiros fazendo-os sentirem-se bem-vindos, deixando uma impressão positiva e duradoura. Desta forma, Nehl & Schlaich (2024) argumentam que arquitetura e *wayfinding* devem ser projetados em conjunto, garantindo uma comunicação harmoniosa entre ambos; “enquanto que a arquitetura permite a entrada num espaço, os sistemas de *wayfinding* permitem que os visitantes o naveguem” (p. 90). Visto isto, a implementação de sistemas padronizados devem ser descartados em prol de soluções integradas à arquitetura. Isto porque a adoção de uma sinalização que entra em conflito com o seu ambiente arquitetónico pode gerar uma sensação de desconforto, resultante do seu contraste com o espaço em que está inserido. Esta integração não só melhora a navegação dos utilizadores, mas também permite adaptações mais fluidas sempre que a infraestrutura sofre alterações.

O segundo elemento exposto por Nehl & Schlaich (2024) é a cor. Os passageiros dentro do ambiente aeroportuário encontram-se sujeitos a inúmeros estímulos, tornando-se

indispensável arranjar uma forma de redirecionar a sua atenção para as informações pertinentes. Para que isto se torne possível, um esquema de cores que faça com que o sistema se destaque do ruído visual já presente no aeroporto é necessário. "A escolha da cor certa pode ajudar um passageiro em negócios apressados, turistas em passeio, funcionários e distribuidores a encontrar o seu destino de forma segura e eficaz" (Nehl & Schlaich, 2024, p. 100). Para além do aspecto funcional da cor, também está presente o papel emocional, em que a escolha certa de cores, tipografia e pictogramas desempenham um papel importante não só no bem-estar dos utilizadores mas também na representação da identidade do aeroporto. Num sistema *wayfinding* cabe aos designers escolher as cores que não só respeitem os valores da cultura em que se encontram, mas também que transmitam emoções favoráveis aos passageiros. O designer não tem só de responder a estas necessidades, mas também de criar um sistema hierárquico que permita a fácil distinção entre as informações disponíveis. Aspectos como o contraste das cores e a iluminação do espaço, afetam também a legibilidade e o tempo que os utilizadores demoram a localizar a informação.

Outro fator a ter em conta para uma boa experiência do utilizador e para uma maior legibilidade, é o terceiro elemento exposto pelos autores, a tipografia. Ao contrário da expressão de identidade vista tanto na arquitetura como nas cores do sistema, no caso desta o foco é diferente. A necessidade que os passageiros têm em ler as informações pelo aeroporto e o *stress* aliado a esta navegação, faz com que a prioridade da tipografia seja a legibilidade. Fatores como o espaçamento da fonte, múltiplas linguagens, o tamanho e formato dos *displays* em que se encontra, são fatores que os designers têm de considerar quando escolhem que fonte devem utilizar. Não obstante, “uma das considerações mais comuns na escolha da fonte num sistema de *wayfinding* é se esta deve ser consistente com a fonte corporativa do aeroporto ou se a marca pode tolerar fontes adicionais” (Nehl & Schlaich, 2024, p. 140). Com isto, os autores expõem o uso predominante da tipografia Frutiger, defendendo que a utilização desta fonte reside no conforto de leitura que proporciona e na sua versatilidade ao ser combinada com caracteres de outras línguas, como visto em aeroportos asiáticos e árabes.

Não menos importante mas em último, os autores expõem a importância do uso de pictogramas. Nehl & Schlaich (2024) definem pictogramas como símbolos “que transmitem

conteúdo falado e escrito sob a forma de imagens que são decifráveis através de barreiras culturais e linguísticas” (p. 188). Por serem tão versáteis e compreensíveis, o uso de inglês aliado à utilização de pictogramas, tornou-se a norma internacional para uso em aeroportos. Logo, como é que pessoas de nacionalidades diferentes comunicam? O uso de pictogramas responde a esta pergunta. Ao contrário dos símbolos usados na estrada como o sinal de STOP, em que os passageiros estudaram para saber o seu significado, os pictogramas utilizados num sistema de *wayfinding* funcionam de forma diferente. Através do uso de símbolos que os passageiros já estão familiarizados – como um avião a apontar para cima – cria-se um sistema de comunicação reconhecível. Com a criação de inúmeros pictogramas de forma a facilitar a comunicação, não só no ambiente aeroportuário, mas também no ambiente industrial, ferroviário, etc. tornou-se necessário padronizá-los, garantindo uma linguagem visual coerente e universalmente compreendida. Por volta de 1926 com a fundação da ISA (*International Federation of the National Standardizing Associations*) mais tarde conhecida como ISO (*International Organization for Standardization*), estabeleceu-se regras de forma a garantir uma certa homogeneização visual por todo o mundo. Outra das principais vantagens destes símbolos é a capacidade de transmitir uma grande quantidade de informação num espaço reduzido, ao mesmo tempo que reduzem o tempo de perceção da informação dos passageiros, tornando a navegação mais eficiente.

2.4.2 Wayfinding em RA

No contexto de navegação RA, apresenta um enorme potencial. Wiener et al. (2009) definem uma taxonomia para definir o conceito de navegação, dividindo-o em dois conceitos-chave: locomoção e *wayfinding*. O primeiro consiste no movimento físico realizado de um ponto a outro, como por exemplo, atravessar uma sala. Não necessitando de planeamento prévio ou a tomada de decisões complexas, o foco neste encontra-se no movimento e nas ações necessárias para evitar obstáculos no caminho. Já o segundo, *wayfinding*, refere-se à capacidade de encontrar um caminho ou destino, geralmente em ambientes desconhecidos. Neste, é preciso um planeamento prévio, tomada de decisões e uso de estratégias para navegação, como mapas ou sinais. Com isto, os autores definem que, “um aspeto crucial de *wayfinding* é que os caminhos

para o(s) destino(s) não estão disponíveis a partir da percepção direta na origem da viagem.” (p. 157). Os autores classificam então os vários tipos de *wayfinding*: assistido e não assistido, direcionado e não direcionado, sendo que o mais relevante dentro do contexto da realidade aumentada, será o *wayfinding* assistido. Neste, os autores referem que a carga cognitiva do utilizador, pode ser reduzida drasticamente através do uso de sinais. Acrescentam que neste método, “o planeamento do percurso já foi feito pelo designer e, desde que os sinais sejam colocados de forma fiável em cada ponto de decisão, o utilizador enfrentará muito poucos esforços de raciocínio espacial” (p. 157). Todos os processos que o utilizador enfrenta, como tomar decisões, memorizar, perceber e planear as rotas, serão feitos pelo designer de forma a que o utilizador não precise de pensar durante a sua deslocação. Os autores reforçam que, através do uso de sinais, o ato de *wayfinding* transforma-se mais num ato de “locomoção”, sendo que os processos referidos deixam de ser uma preocupação do utilizador.

Semelhante a Wiener et al. (2009), Höllerer & Schmalstieg (2016) dividem a navegação em três conceitos-chave: viagem, *wayfinding* e exploração. O primeiro corresponde ao conceito de locomoção definido por Wiener et al. (2009), e a definição de *wayfinding* é igual nas duas. No entanto, a principal diferença surge no terceiro conceito, exploração, que, ao contrário da taxonomia proposta por Wiener et al. (2009), é tratado como um conceito independente, enquanto que na taxonomia anterior é considerado parte do conceito de *wayfinding*. Höllerer & Schmalstieg (2016) também introduzem dois conceitos — vistas egocêntricas e vistas exocêntricas, que Wiener et al. (2009) referem como egocêntricas e alocêntricas, respectivamente. Estes conceitos referem-se ao tipo de vista presente nos diferentes meios de visualização, alocêntrica/exocêntrica, no caso do uso de um mapa, e egocêntrico refere-se à primeira pessoa. Höllerer & Schmalstieg (2016), apresentam como uma exploração que usa principalmente uma vista egocêntrica beneficia através da navegação de RA. A capacidade desta fazer o uso da sobreposição de anotações contextuais, encaixa-se no conceito de *wayfinding* assistido e apresenta duas principais vantagens. A primeira, encontra-se no utilizador poder fazer a sua exploração de forma mais rápida, e a segunda numa melhor chance do mesmo identificar a informação que lhe interessa (através das anotações digitais). Com isto, os autores apresentam também um fator a considerar na navegação por RA: objetos ou pontos de referência fora da vista do utilizador. Devido ao pequeno tamanho dos ecrãs em dispositivos móveis, torna-se um desafio captar tudo o que o utilizador vê no seu

campo de visão, por isso, nestes casos, existem várias soluções que se podem recorrer para remediar esta situação. O uso de uma agulha digital de um compasso (*compass needle*), pode direcionar o utilizador ao seu objetivo, indicando o destino independentemente da direção que o utilizador aponta a câmara do telefone. Burigat & Chittaro (2007) defendem que o uso de setas tridimensionais superam o uso de setas bidimensionais em termos de desempenho dos utilizadores durante a navegação. Similar a Schinke et al. (2010), que reforçam que o uso de setas tridimensionais, revelam-se mais eficazes para memorizar as direções em comparação ao uso de mapas bidimensionais. Outra forma apresentada por Höllerer & Schmalstieg (2016) para guiar o utilizador para objetos fora da tela, são os *Halos*. Estes, são círculos que são centrados com o objeto fora do ecrã. Os *Halos* encontram-se posicionados de forma a aparecerem parcialmente no ecrã do utilizador, e à medida que o mesmo se aproxima do seu destino, estes fecham indicando uma certa proximidade. À medida que o utilizador se aproxima do seu destino, outros métodos poderão ser mais pertinentes a este contexto. Para além das representações gráficas mais utilizadas como uma curva contínua ou uma sequência de *waypoints*, os autores referem o método de Tunel. Este é uma representação tridimensional de uma estrutura com um formato de um túnel, que auxilia o utilizador a focar-se no seu destino. Através de um “afunilamento” de informação, revela-se que “esta visualização aumenta a velocidade de pesquisa, ao mesmo tempo que diminui o esforço cognitivo” (Höllerer & Schmalstieg, 2016, p. 393). Os autores explicam ainda que estes sistemas podem utilizar em simultâneo pontos de vista egocêntricos (primeira pessoa) e exocêntricos (baseados em mapas). Assim, à medida que o utilizador se desloca existe uma atualização em tempo real de ambos os meios de visualização. Por exemplo, se um utilizador seleccionar um ponto de interesse na visão egocêntrica (o que vê diretamente à sua frente), o local é destacado na visão exocêntrica (num mapa panorâmico). Da mesma forma, a posição atual do utilizador é sempre marcada na vista exocêntrica para referência – como acontece na aplicação Google Maps, em que é possível dividir a tela em dois. Na parte superior, a visão egocêntrica e na parte inferior, a visão exocêntrica. Esta interação é especialmente relevante, pois, ao clicar na imagem correspondente ao local sobre o qual deseja obter mais informações, o utilizador é apresentado a uma rota no mapa, simplificando o seu percurso até ao destino. Adicionalmente, Mulloni et al. (2011), apresentam um estudo que teve como objetivo, estudar a forma como as pessoas utilizavam a RA em comparação com os mapas tradicionais. Os autores registaram que os utilizadores orientavam-se maioritariamente pelo mapa, sendo que recorriam à visualização por

RA quando chegavam a pontos de decisão, como cruzamentos, onde tinham de decidir que caminho seguir. Este estudo sugere, portanto, que este tipo de navegação não precisa de fornecer um suporte constante. Em vez disso, a RA pode ser uma ferramenta eficaz de orientação, apenas nos momentos em que são necessárias tomadas de decisões importantes.

Figura 12

Vista egocêntrica e exocêntrica



Nota. Na parte superior da imagem, vista em primeira pessoa (vista egocêntrica); na parte inferior, vista a partir de um mapa (vista exocêntrica). Captura de ecrã tirada de Google (2018).

No caso de sistemas de navegação indoor, é essencial que tanto o utilizador quanto o ambiente estejam preparados para suportar a tecnologia necessária. O utilizador precisa de um dispositivo compatível com RA, como smartphones, tablets ou até mesmo óculos inteligentes, que possuam câmaras, sensores inerciais e a capacidade de processamento suficiente para renderizar elementos virtuais em tempo real (Nee & Ong, 2023). No entanto, o próprio espaço físico também precisa ser equipado com hardware de forma a tornar a experiência possível.

Primeiro, o utilizador precisa de um dispositivo moderno equipado com sensores avançados e compatibilidade com tecnologias de RA. Estes devem suportar frameworks como o ARCore (para Android) ou o ARKit (para iOS), que possibilitam o acesso e a interação com conteúdos em RA. A partir destes *frameworks* torna-se possível o mapeamento do ambiente em tempo real e a sobreposição de elementos virtuais na tela do dispositivo. Este processo é possível devido à tecnologia SLAM (*Simultaneous Localization and Mapping*), que utiliza os sensores e câmaras do dispositivo para mapear o ambiente em tempo real, ao mesmo tempo que rastreia a posição do equipamento no espaço (Papagiannis, 2017). Alguns dispositivos mais avançados, como os modelos mais recentes dos *iPhones*, incluem também sensores LiDAR, que permitem um mapeamento tridimensional mais detalhado do espaço.

Relativamente ao espaço interior, este precisa estar equipado com tecnologias de localização *indoor* para complementar as funcionalidades dos dispositivos móveis e de uma possível aplicação de RA. Os métodos mais usados incluem tecnologias como *Beacons* BLE (*Bluetooth Low Energy*), UWB (*Ultra Wideband*), WLAN (*Wireless LAN*), RFID (*Radio-frequency identification*) e GPS (*Global Positioning System*), que possibilitam a obtenção de dados sobre a localização do utilizador (Neges et al., 2017). Nee & Ong (2023) tal como Höllerer & Schmalstieg, referem que o uso de redes sem fios, revela “a possibilidade de fornecer maior precisão e também informação de posição para utilizadores em ambientes interiores ou em locais onde os sistemas GPS não estão disponíveis ou não são fiáveis” (p. 338). Neges et al. (2017), por sua vez, referem uma abordagem através da tecnologia SLAM, que embora seja eficaz na digitalização de espaços interiores e na criação de mapas 3D, apresenta desafios como o tamanho dos dados recolhidos e a necessidade de infraestrutura adicional para o consequente processamento e armazenamento. Além disto, o desempenho da SLAM pode ser comprometido por mudanças temporárias no ambiente, como objetos móveis ou alterações na disposição dos espaços, afetando assim a sua capacidade de localização e identificação. Neges et al. (2017) propõem, portanto, a criação de um *framework* que utiliza a sinalização já existente em espaços interiores, como por exemplo sinais das saídas de emergência ou sinais de extintores. A partir destes, o *framework* é capaz de determinar a posição e a orientação do utilizador no espaço. No entanto, os autores identificaram limitações no uso deste método, como a ausência de sinalização visível em determinadas áreas, a repetição de marcadores idênticos em diferentes locais e

problemas relacionados à iluminação. Para responder a estas falhas, os autores sugerem a integração no *framework* existente de dados recolhidos pelos sensores inerciais (IMU) dos dispositivos móveis. Esta tecnologia mede a rotação angular e a aceleração linear (movimento) em coordenadas cartesianas (x, y, z) e fornece dados contínuos mesmo quando os marcadores visuais não estão disponíveis ou detectáveis pelas câmaras dos dispositivos móveis. Além disso, o uso simultâneo dos dados recolhidos pelos sensores com os dados recolhidos pelo vídeo e tecnologias de mapeamento adjacentes melhoram a precisão da localização, compensando os possíveis erros na estimativa de movimento.

Em conclusão, a evolução das tecnologias de RA destaca-se como um ponto importante no contexto digital moderno e contemporâneo, oferecendo soluções versáteis e interativas para desafios em múltiplas áreas. Conforme referido por Papagiannis (2017), à medida que uma tecnologia é aceite, a sua relevância desloca-se da novidade para o modo como é utilizada para contar histórias. A natureza híbrida da RA facilita a fusão de diferentes meios de comunicação. Ao integrar elementos de cinema, arte e design, revela-se um grande potencial para reinventar formas de expressão e comunicação. Para além disso, a partir da integração de tecnologias multissensoriais, como áudio, tecnologia háptica e estímulos olfativos, possibilita-se uma ampliação das experiências imersivas e interativas.

Capítulo II – Parte Prática²

1. Metodologia

Antes de abordar a metodologia de desenvolvimento do produto digital, é essencial enquadrar a abordagem qualitativa adotada nesta investigação. Dado o foco na análise aprofundada de um caso concreto e na experiência dos utilizadores, este projeto adota uma abordagem de estudo de caso qualitativo, pois procura compreender, de forma contextualizada, o processo de remodelação de uma aplicação móvel. O foco num único caso e a utilização de métodos qualitativos, como auditorias e testes de usabilidade – em que também não se interfere com a avaliação dos utilizadores – justificam esta classificação. O uso desta metodologia tem como objetivo compreender em profundidade os eventos observados no contexto específico do protótipo, com o objetivo de identificar possíveis áreas de melhoria na experiência do utilizador.

Visto isto, Woods (2006) defende que uma análise qualitativa deve-se sustentar em experiências reais, sendo que o responsável pela análise tenta não interferir com a situação a ser analisada. Isto de forma a garantir que os dados e análises recolhidas, reflitam de forma transparente o que está a ser analisado. Creswell (2009), corrobora a parcialidade desta análise, expondo que nesta metodologia um dos objetivos principais é “estabelecer o significado de um fenómeno a partir da perspectiva dos participantes” (p. 66).

Segundo Chowdhury e Shil (2021), o estudo de caso “identifica as características holísticas e significativas de eventos da vida real” (p. 190), permitindo ao investigador envolver-se diretamente com o contexto e com os participantes – sem interferir ou manipular a opinião dos mesmos. Assim, a metodologia qualitativa não pretende alcançar generalizações com base em estatísticas, mas sim recolher dados específicos a partir de uma análise profunda de um ou poucos casos. Não obstante, como será abordado mais à frente, os dados serão recolhidos

² De modo a não ultrapassar o limite de páginas, as Figuras 13 a 103 encontram-se incluídas no Anexo 1 (consultar página 125), com exceção dos gráficos de radar e das análises SWOT, que estão integrados no corpo principal do documento.

através de dois tipos de testes de usabilidade, sendo que um deles permite obter resultados mais generalizados do que o outro.

Na primeira fase, a recolha de dados focou-se na identificação de inconsistências e melhorias a implementar no protótipo. Esta informação foi recolhida por via de auditorias, realizadas através de capturas de ecrã às três diferentes aplicações existentes. Este processo seguiu o carácter naturalista da metodologia do estudo de caso, priorizando a observação da “realidade” tal como ela se apresenta – sem intervenção direta. Chowdhury e Shil (2021) colocam uma pergunta pertinente neste contexto: “A investigação requer controlo sobre o comportamento ou procura descrever naturalmente eventos a ocorrer?” (p. 194). A resposta a esta questão está refletida nas metodologias adotadas na fase seguinte: os testes de usabilidade. Os testes presenciais moderados oferecem maior controlo sobre o comportamento do utilizador, alinhando-se com a primeira parte da pergunta, enquanto os testes remotos não moderados permitem descrever os eventos de forma mais natural e espontânea, correspondendo à segunda parte.

Para avaliar a eficácia e navegabilidade do protótipo, foram utilizados estes dois tipos de testes. Os testes remotos não moderados permitiram que os participantes interagissem com o protótipo de forma autónoma e à distância, normalmente através dos seus próprios dispositivos, o que aumentou a flexibilidade e o número de utilizadores testados. No entanto, este método reduz o controlo sobre o comportamento dos participantes durante a experiência. Neste tipo de teste, o moderador isola-se completamente dos participantes, podendo ser classificado como, um “observador completo”, como proposto na tipologia estabelecida por Chowdhury e Shil (2021).

Por outro lado, os testes presenciais moderados, contaram com a presença do autor do projeto enquanto moderador, permitindo observar de perto as ações dos utilizadores. Desta forma pôde-se colocar questões em tempo real e recolher dados mais detalhados e contextualizados. Aqui, o moderador pode ser classificado como “participante-como-observador”, cooperando na atividade de forma observativa.

Desta forma, tanto a recolha de dados via auditorias como os testes de usabilidade, permitem analisar de forma completa como a remodelação de uma aplicação existente, aliada à

integração de uma funcionalidade de realidade aumentada, pode efetivamente melhorar a experiência do utilizador.

Visto isto, após a revisão de literatura focada nas principais áreas deste projeto – nomeadamente Sistemas de Design, Wayfinding e Realidade Aumentada – foi estruturada a metodologia de desenvolvimento do produto digital, que orientará a execução do trabalho. O primeiro passo consistiu na definição clara do objetivo principal: reformular e melhorar a aplicação da TAP, integrando funcionalidades de Realidade Aumentada que tornem a navegação em aeroportos mais acessível, fluida e intuitiva para todos os utilizadores.

Devido à complexidade e recursos necessários para desenvolver uma aplicação completamente nova, optou-se por adaptar uma aplicação já existente, utilizando a sua estrutura e funcionalidades principais como ponto de partida para o protótipo desenvolver. Para isso, foram analisadas três aplicações, seleccionadas segundo o segmento de cada companhia, procurando uma maior diversidade nas interfaces conforme os diferentes níveis de preço dos voos, assim como o grau de investimento aplicado no desenvolvimento das respetivas aplicações.

As aplicações escolhidas foram a da Ryanair (representante do segmento low-cost), da Emirates (representando o segmento premium) e por fim, a da TAP – cuja escolha foi motivada não só pelo seu carácter nacional, mas também pelo seu posicionamento intermédio em termos de oferta e preços, colocando-se num segmento mais híbrido.

Com base nesta seleção, iniciou-se uma auditoria via recolha de capturas de ecrã que abrangessem diferentes momentos de interação dentro das três aplicações. O objetivo não era mapear extensivamente todos os fluxos possíveis, mas sim identificar os principais estados da interface e analisar as várias interações possíveis. Esta abordagem segue um dos princípios expostos por Andrew Couldwell (2020) na revisão de literatura: a realização de auditorias como uma ferramenta eficaz para a identificação de inconsistências, patterns obsoletos e problemas na jornada do utilizador.

As auditorias revelaram-se essenciais para compreender qual das aplicações apresentava maior margem para melhoria, sendo recolhidas mais de mil capturas de ecrã no total. Ao longo desta análise, a aplicação da TAP revelou-se particularmente frágil, com inúmeras

inconsistências visuais e funcionais: variações nas paletas de cor, patterns divergentes e inconsistentes, sobreposição de elementos e uma elevada ocorrência de erros. O resultado foi uma experiência de navegação pouco coesa e frustrante devido aos erros de interação existentes.

Para complementar esta análise, foram realizadas análises SWOT para cada aplicação, bem como um gráfico de radar, que permitiu avaliar a experiência de utilização com base em cinco parâmetros: Intuitividade, Consistência, Satisfação, Inovação e Erros. Por último, com a atualização mais recente da aplicação da TAP, foi realizada uma avaliação heurística para identificar mais pontos fortes e áreas de melhoria, de forma a consolidar o ponto de partida para o desenvolvimento do protótipo. Este foi desenvolvido na aplicação Figma.

1.1 Auditorias das apps de bordo

1.1.1 TAP³

1.1.1.1 Inconsistências

Como estabelecido na revisão de literatura, a adoção de um sistema de design revela-se essencial para assegurar a longevidade e a coerência de um produto digital. A ausência de um sistema de design pode com o tempo e ao longo de várias atualizações, dar origem a falhas, como a duplicação de elementos, incoerências visuais ou decisões de design incongruentes, comprometendo a uniformidade e a integridade da experiência do utilizador. Sem um sistema de design consolidado, torna-se difícil garantir uma experiência consistente ao utilizador – um cenário particularmente visível na aplicação da TAP, onde se observaram várias dessas fragilidades.

Começando pelo ícone de perfil (na figura 13), é possível observar não apenas variações cromáticas, mas também diferenças no estilo. Embora estes ícones estejam localizados em ecrãs diferentes, pertencem à mesma aplicação. Ainda que se possa argumentar que as imagens 1 e 2 (da figura 14) correspondem a páginas num endereço externo, não fazem todos parte do mesmo sistema?

³ O link apresentado nesta nota corresponde à auditoria realizada à aplicação da TAP (versão 6.4.3), em análise neste capítulo:  Figma

A existência de variações de componentes é essencial num sistema, seja para representar diferentes estados ou simplesmente por razões estéticas. No entanto, essas variações devem respeitar uma lógica e uma linguagem visual pertencentes ao sistema em que se encontram.

Na figura 15, por exemplo, observa-se uma variação do botão toggle. À esquerda, encontram-se dois toggles: um em estado ativo, com o tom de verde da marca, e outro inativo, num tom de cinzento neutro. À direita, observa-se apenas um toggle inativo que adota sem motivo aparente um tom magenta, completamente desalinhado da paleta tricolor que define a identidade visual da aplicação. Estas incongruências não refletem uma variação funcional, mas sim uma falha na coerência do sistema de design da aplicação.

Na figura 16, observam-se diversas inconsistências no uso da tipografia (entre as fontes Inter e Montserrat), particularmente nas caixas de texto, na aplicação de labels e no peso das fontes. Na imagem 1, por exemplo, o peso da fonte utilizada nas caixas de texto apresenta um estilo bold, enquanto que na imagem 2 opta-se por um peso mais leve, próximo do semibold. Já nas imagens 3 e 4, o texto surge com peso regular, evidenciando por isso uma falta de uniformidade na hierarquia visual. O posicionamento das labels também varia consideravelmente. Na imagem 1, as labels estão colocadas por cima das caixas de texto, enquanto que na imagem 4 surgem inseridas no interior dos próprios campos.

Na imagem 2, regista-se ainda uma nova variação do componente toggle, com dimensões e cores diferentes dos anteriores. Por fim, no que diz respeito à cor do texto, comparando a figura 16 com a figura 17, nota-se que nas caixas preenchidas, a cor muda de um tom neutro (preto ou cinzento) para o verde institucional.

Por último, ainda na figura 16, observa-se uma inconsistência entre as imagens 1 e 2 e a imagem 4 no que diz respeito ao estilo das caixas de texto: nas duas primeiras, os cantos são retos, enquanto na última apresentam cantos arredondados.

No que diz respeito aos botões, revelam-se várias incongruências, tanto visuais como funcionais. Estas inconsistências manifestam-se em diversos aspetos, como diferentes estados, tamanhos, formatos, cores e níveis de arredondamento. Nas imagens anteriormente apresentadas, observam-se casos de botões colados ao limite inferior do ecrã (figura 17), ou até mesmo o uso de botões em vermelho (figura 16). Este último caso, apresenta um problema particular dado

que, como referem Wathan & Schoger (2018), o vermelho é convencionalmente associado a ações destrutivas ou de aviso, como apagar ou cancelar ações ou formulários. Estes botões quando aplicados indiferenciadamente, comprometem a consistência e a linguagem visual da interface, podendo até induzir o utilizador a erro.

Na figura 18, observam-se variações subtis nos tons dos botões – embora as cores sejam as mesmas. Nas imagens 3 e 4, por exemplo, o uso de diferentes tons de verde nas nomenclaturas dos aeroportos é justificado, uma vez que apresentam funções diferentes do botão “Confirmar aeroporto”. No entanto, na imagem 1, o botão “Guardar dados dos passageiros” apresenta um tom diferente e contornado por uma linha laranja – um estilo que não se encontra em nenhum outro botão do sistema. Além disso, as caixas de texto presentes nas imagens 3 e 4 apresentam uma cor diferente das analisadas na figura 16.

Na Figura 19, nas imagens 1 e 2, encontram-se alguns elementos sobrepostos, como preços e placeholders, comprometendo a compreensão da interface. Já nas imagens 3 e 4, que correspondem a uma etapa importante na experiência do utilizador – a reserva de voo – verifica-se uma densidade excessiva de elementos, podendo gerar uma sobrecarga cognitiva do utilizador. A hierarquia visual também se revela pouco eficaz, dificultando a leitura e a navegação. Adicionalmente, na imagem 4, certos componentes apresentam espaçamentos e padding irregulares, como é o caso da card “Explorar o TAP Miles&Go” na parte superior do ecrã e do pop-up situado na parte inferior do ecrã.

Relativamente a componentes mais complexos, um dos patterns a uniformizar no protótipo, será o calendário. Como verificado na Figura 20, a aplicação apresenta várias versões do mesmo componente, sendo que uma delas não apresenta qualquer similaridade com as propostas anteriores e, consequentemente, com a linguagem da marca.

Para além da incoerência nas cores, observam-se variações nos próprios elementos de cada calendário. Os retângulos que envolvem os números apresentam não só dimensões diferentes, como também distintos níveis de arredondamento nas esquinas. Adicionalmente, tanto o tamanho como o peso da tipografia nos números varia entre as versões dos calendários, com alguns em negrito e outros em regular.

Mais inconsistências encontram-se ainda na própria estrutura e organização dos elementos dentro de cada calendário. Mesmo considerando que o calendário da direita seja um modal, não deveria justificar a quebra da coerência visual, sobretudo quando um sistema deve garantir uma consistência de componentes em todos os contextos de uso.

Por último, na figura 21, identificou-se mais um problema significativo na jornada do utilizador. Começando pela imagem 1, quando se seleciona o dia de partida do voo, é possível observar que esse dia surge destacado a negrito, sendo acompanhado por um número por baixo correspondente ao dia do mês (26) e ao respetivo preço (651€). A distinção cromática das datas desempenha um papel fundamental: os dias de 1 a 25 aparecem a cinzento, indicando que não estão disponíveis para seleção, enquanto que os dias ativos são destacados a preto e/ou verde. Contudo, ao selecionar um dos dias destacados a preto, descobre-se mais tarde na navegação que não existem voos disponíveis para essa data. Já o dia 28, assinalado a verde, confirma a existência de voos disponíveis, como ilustrado na imagem 4. Deste cenário resultam duas questões: em primeiro lugar, porque motivo os dias 26, 29, 30 e 31 estão destacados a preto e são selecionáveis, se não existem voos disponíveis para essas datas? Em segundo, qual é a diferença funcional entre o uso da cor preta e da cinzenta, se ambas podem representar dias sem voos? A escolha cromática, neste caso, gera uma certa ambiguidade em vez de orientar o utilizador.

Ao longo das auditorias efetuadas à aplicação da TAP, concluiu-se que o uso da cor verde para assinalar datas com voos disponíveis não se revelou suficientemente eficaz para destacar essa disponibilidade. Em termos de hierarquia visual, o verde não se impõe sobre as restantes cores, passando despercebido, sendo que o mesmo tom é aplicado de forma uniforme ao longo de todo o pattern do calendário, diluindo a eficácia da sua comunicação. Tomando como exemplo o dia 26: apesar de não ter voos disponíveis, surge destacado a negrito, o que acaba por chamar mais a atenção do que o próprio verde, que deveria sinalizar a disponibilidade.

Ainda relativamente à figura 21, na imagem 4, observa-se na parte superior da interface um conjunto de barras verticais cuja função não é imediatamente compreensível. A ausência de contexto ou legenda leva a que se perca o significado pretendido. Pretendem indicar a lotação dos voos? Quantidade de voos disponíveis? Diferenças de preço entre as tarifas? Sem uma explicação, o significado deste elemento torna-se quase abstrato, dependendo do conhecimento

prévio do utilizador para que este o consiga interpretar; mesmo assim, não é garantido que o utilizador o interprete de forma correta.

1.1.1.2 Cores

Na figura 22, observa-se a marca gráfica da TAP, que se apresenta através de uma paleta cromática composta por duas cores principais: dois tons de verde e dois de vermelho. A consistência na utilização destas cores reforça, portanto, o reconhecimento imediato da marca, sendo um dos pilares fundamentais na comunicação visual.

Na figura 23, à esquerda, observa-se a paleta de cores recolhidas ao longo da auditoria da interface. As cores predominantes são as da marca gráfica da TAP – verdes e vermelhos – acompanhadas por tons neutros como cinzento e preto. Estão também presentes o amarelo e o azul, utilizados para elementos de aviso ou informação, respetivamente; ou em casos muito pontuais o amarelo, que é utilizado em contornos de certos botões.

Não obstante, nota-se um grande número de tons utilizados. Como referido anteriormente, a utilização de tons diferentes é essencial para evitar a monotonia visual, criar hierarquia e melhorar a legibilidade, especialmente em interfaces de aplicações móveis, onde o espaço limitado da tela exige um certo cuidado. No entanto, os tons utilizados não seguem uma progressão coerente nem apresentam uma escala de sombras proporcional, com disparidades nos valores cromáticos que se encontram distantes ou excessivamente semelhantes entre si, criando assim redundâncias no sistema.

Na paleta da direita estão destacados os quatro tons principais identificados na auditoria da aplicação. Na figura 24 é apresentada a correspondência entre esses tons e as cores oficiais da marca, permitindo verificar que dois dos tons recolhidos não coincidem exatamente com os valores definidos pela identidade visual da TAP.

A figura 25 pretende ser um exemplo do uso excessivo de tonalidades. Em apenas dois ecrãs, é possível identificar cerca de dez tons diferentes, o que à partida não seria um problema se houvesse uma necessidade funcional para essa variedade. No entanto, não é o caso. Basta observar três elementos específicos: o botão “Encontrar a reserva”, o conjunto de cards

informativos iniciados pelo texto “Sem taxas adicionais” e o botão “Mais” na barra de navegação inferior. Todos os elementos utilizam tons de verde diferentes nos seus valores hexadecimais, mas similares na sua aparência apesar de exercerem funções ligeiramente diferentes, ou até semelhantes, como é o caso dos dois botões.

Será mesmo necessário aplicar três tonalidades tão próximas entre si nestes elementos? Todos estes tons de verde são visualmente idênticos, com pequenas variações nos códigos e, no entanto, são tratados como cores diferentes no sistema. Esta redundância não traduz qualquer benefício visual ou funcional. Para além de ser uma repetição em termos de design, este problema pode-se estender para o código, apresentando-se como uma complexidade desnecessária tanto na manutenção como em futuras atualizações, aumentando a probabilidade de erros, como referido por Couldwell (2020).

A análise dos tons utilizados revelou não apenas a redundância cromática, mas também a ausência de uma lógica na sua aplicação, sendo este apenas um dos vários exemplos encontrados ao longo da auditoria. Visto isto, a proposta de uma paleta mais coerente e funcional será aprofundada no capítulo 1.3 Execução do Protótipo.

Por último, na figura 26, observa-se que as ilustrações das imagens 3, 4, 5 e 6 seguem uma linha mais alinhada com a identidade visual da marca, recorrendo a traços mais leves sem contornos muito destacados e utilizando as cores institucionais. Em contraste, as ilustrações das imagens 1 e 7 recorrem a um estilo mais vetorial, com contornos pretos e uma paleta de cores diferente das imagens anteriores. Embora partilhem entre si praticamente o mesmo tipo de traço, as cores variam entre tons de azul e amarelo para verde.

A imagem 2, por sua vez, apresenta um estilo totalmente diferente de todas as anteriores, tanto no traço, quanto nas cores. Esta diferença justifica-se pela imagem estar associada a um endereço externo (Viator), não se encaixando na linguagem restante da aplicação.

Por último, de forma a consolidar os principais pontos identificados na auditoria à aplicação, apresenta-se na figura 27 uma análise SWOT⁴ que resume os pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças associadas à aplicação da TAP.

Figura 27

Análise SWOT da app TAP

S STRENGTHS FORÇAS	W WEAKNESSES FRAQUEZAS	O OPPORTUNITIES OPORTUNIDADES	T THREATS AMEAÇAS
Página inicial intuitiva Uso de cores distintas da marca Tem um leque de opções disponíveis para melhorar a experiência do utilizador Apresenta tutoriais ao iniciar a aplicação	Falta de consistência, quer no branding dentro da aplicação quer nos elementos interativos e patterns Aplicação lenta Problemas de Spacing e formatação Ausência de dados e informações em alguns casos (não avisa sobre quando existe voos disponíveis, etc.) Alguns links remetem para páginas inexistentes Demasiadas funcionalidades e screens	Explorar a opção no Estado do Voo" A funcionalidade de "Roda/Compasso" é simples e intuitiva Explorar a opção no Estado do Voo" A funcionalidade de "Roda/Compasso" é simples e intuitiva A maior companhia de voo nacional Possibilidade de melhorar a experiência do utilizador através da integração de AI e/ou Realidade Virtual	Outras aplicações podem integrar tecnologias mais atuais como AI, AR, etc. Problemas de conectividade, bugs e tempos de carregamento longos Reputação da companhia aérea comprometida Algumas funcionalidades dependem de terceiros podendo levar a falhas de funcionalidades se houver problemas com essas integrações Problemas nos redirecionamentos das páginas
1ª ITERAÇÃO 12/07/24 a 02/11/24			

⁴ O link apresentado nesta nota remete para uma versão mais detalhada das análises SWOT realizadas às três aplicações (TAP, Ryanair e Emirates), incluindo também uma comparação das suas principais semelhanças e diferenças: [Figma](#)

1.1.2 Ryanair⁵

1.1.2.1 Inconsistências

A segunda auditoria foi realizada à aplicação da Ryanair. Apesar de ter sido efetuada com o mesmo nível de rigor que a auditoria anterior, este subcapítulo irá focar-se maioritariamente nos aspetos positivos da interface, que servirão como referência para o desenvolvimento do protótipo. Dito isto, uma exposição detalhada das inconsistências da aplicação da Ryanair revelou-se desnecessária, uma vez que a aplicação da Ryanair apresenta uma experiência maioritariamente coesa e fluida. Embora também tenha sido analisada, o foco central deste estudo recai sobre a aplicação da TAP, escolhida como objeto de reformulação precisamente por apresentar um número excessivo de falhas e inconsistências. Assim, a Ryanair funciona como uma fonte de comparação, não como um alvo de intervenção. Por esse motivo, aprofundar os pontos negativos de uma aplicação que além de eficiente não será alvo de reestruturação, seria redundante em relação aos objetivos do projeto.

Através da auditoria realizada, a aplicação da Ryanair destacou-se como a mais user-friendly. Revelou-se de fácil navegação sendo a mais intuitiva e consistente, tanto a nível estético como funcional. A paleta cromática e os componentes mantêm uma certa consistência ao longo da interface, contrastando-se com a aplicação da TAP onde se observaram bastantes incoerências. Quando ocorrem estas pequenas inconsistências na Ryanair, são na sua maioria muito pontuais e localizadas em endereços externos à aplicação. Das figuras 28 a 31, encontram-se, de forma resumida, as principais inconsistências encontradas no sistema.

Por último, na figura 31, ainda que este problema possa ser interpretado de forma mais subjetiva por cada utilizador, destaca-se uma ambiguidade nos ecrãs 8 e 9 relativamente à progressão da interação. Na imagem da direita, a forma de progressão na reserva do voo não é representada de forma evidente por um botão convencional. Em vez disso, a progressão encontra-se inserida na própria card da tarifa selecionada. Visualmente, esta card não apresenta características típicas de um botão, tendo em conta que as *cards* da imagem 8, são passíveis de

⁵ O link apresentado nesta nota corresponde à auditoria realizada à aplicação da Ryanair, em análise neste capítulo:

 Figma

interação através de um botão toggle. Este aspeto fica ainda mais evidente tendo em conta que até este ponto da navegação, o botão “Continuar” surge sempre em destaque na parte inferior da interface, reforçando uma expectativa visual por parte do utilizador. Ao quebrar este padrão sem alguma indicação explícita de interatividade na card, a fluidez da experiência pode ser comprometida. Não obstante, este problema é rapidamente superado devido ao pouco número de elementos no ecrã, facilitando a orientação do utilizador. No entanto, a simples inclusão de um botão “Continuar” no local habitual – como nos ecrãs anteriores, inclusive na imagem 8 – eliminaria por completo esta incerteza.

Face ao exposto, esta aplicação revela bastantes pontos fortes que não se verificam na aplicação da TAP. Desde logo, destaca-se a experiência de reserva de voo, a funcionalidade principal que se revela significativamente mais fluida e intuitiva. Em contraste com a TAP, esta interface apresenta menos inconsistências, proporcionando uma interação mais coesa, eficiente e, sobretudo, linear. Esta linearidade dá-se principalmente devido à disposição dos elementos na interface. Em comparação com a TAP, onde existe uma grande quantidade de ruído visual e inúmeros problemas de espaçamento e hierarquias, a aplicação da Ryanair consegue distribuir as informações e interações de forma mais natural, garantindo uma maior fluidez.

Através da figura 32, pode-se estabelecer uma comparação entre as duas abordagens diferentes de design de ambas as aplicações. Na interface da TAP (imagens 1 e 2), observa-se uma grande condensação de informação num único ecrã, comprometendo assim a legibilidade e, consequentemente, a navegação. O layout é denso, com pouco espaçamento entre os elementos e com uma ausência de hierarquia que guie o utilizador. Horários, operadores, classes, preços, avisos e vários botões são apresentados em simultâneo, sobrecarregando a carga cognitiva do utilizador. A estrutura visual é densa, com pouco espaçamento entre elementos e ausência de uma hierarquia clara que oriente o olhar do utilizador. Todos os dados são apresentados em simultâneo, dificultando a digestão da informação.

Em contraste, a interface da Ryanair (imagens 3 e 4) apresenta uma disposição mais compartimentada e hierarquizada. A informação é apresentada com um espaçamento adequado entre os componentes, apresentando um layout que facilita o fluxo da leitura. Por exemplo, o código do voo (na imagem 3) está integrado na card de informação sem perturbar a hierarquia do

resto da interface; ao contrário do apresentado pela TAP, onde surge como um elemento externo, sem qualquer integração visual com o resto do conteúdo. Além disso, os botões e elementos interativos seguem uma hierarquia visual bem definida, facilitando a leitura e guiando a atenção do utilizador de forma intuitiva ao longo do processo.

Outra qualidade evidenciada na aplicação da Ryanair é o feedback constante fornecido ao utilizador. Ao longo da navegação, é sempre assinalado em que etapa do processo o utilizador se encontra e qual a ação a realizar, recorrendo-se a elementos textuais localizados nas zonas superiores e inferiores do ecrã. Durante o processo de reserva do voo, por exemplo, mantém-se visível na parte inferior uma barra fixa com o preço e um botão que indica, de forma explícita, qual será o próximo passo – como ilustrado nas imagens 4, 5 e 6, da figura 33.

Embora a aplicação da TAP também indique a localização dentro do sistema, essa informação limita-se à parte superior do ecrã e, para avançar no processo de reservar um voo, é necessário, através de scroll, percorrer todo o conteúdo até ao final do ecrã. Esta exigência, aliada à elevada densidade de informação e ao reduzido espaçamento entre os elementos, compromete a fluidez da interação.

Ao reduzir a necessidade de scroll na aplicação da Ryanair, cria-se a possibilidade de que a informação essencial permaneça imediatamente visível, sem que o utilizador tenha de a procurar ativamente. Esta abordagem garante uma maior fluidez na navegação e contribui para uma menor carga cognitiva, ao evitar esforços desnecessários na exploração da interface. Não obstante, quando o scroll é utilizado, como nas secções de extras opcionais, este surge de forma pontual e não compromete a acessibilidade dos conteúdos principais.

Uma das funcionalidades mais importantes em qualquer aplicação de bordo, é o calendário, pois é através deste componente que se reserva o voo. Deste modo, ao analisar ambos os calendários de ambas as interfaces, o da Ryanair destaca-se pela sua simplicidade visual e progressão intuitiva na jornada do utilizador (figura 34). Apesar de não mostrar os preços diretamente no calendário, o que pode ser uma limitação, a interface beneficia de um melhor espaçamento, hierarquia e feedback durante a interação. Além disso, a transição entre meses é melhor expressa na Ryanair. A linha de separação entre os meses aparece logo por baixo dos

últimos dias do mês anterior. No caso da TAP, a linha aparece imediatamente por baixo do nome do mês, isolando-o visualmente dos dias que lhe pertencem.

Relativamente à área útil dedicada ao calendário, na interface da Ryanair, é maior e mais “limpa”, facilitando a leitura dos dias. Em contraste, a TAP apresenta uma menor área útil, com menos espaço dedicado ao calendário devido ao espaçamento e à presença constante de elementos informativos (como preços e estimativas). A TAP, embora seja mais informativa é prejudicada devido à má gestão de espaço e hierarquia visual menos eficaz.

Através da Figura 35, destaca-se uma funcionalidade que a aplicação da TAP não apresentou e que se revela como uma mais-valia para o utilizador, designadamente a opção de escolher os lugares para o voo. Esta funcionalidade, na Ryanair, apresenta uma hierarquia bastante intuitiva e informativa. Através de uma distinção eficaz por cores, bem como um uso eficiente de labels, que indicam não só o preço como o tipo de lugar, torna-se fácil perceber o tipo de lugares disponíveis para escolha, sendo classificados em três tipos: lugares da frente, lugares com espaço extra para as pernas e lugares standard. Além disso, a interface fornece sugestões úteis através de modals, como a opção de reservar o mesmo lugar no voo de regresso ou a opção de evitar o lugar do meio, que garantem uma maior personalização na escolha dos lugares

Na figura 36, a interface da TAP, embora funcional, apresenta um design menos moderno, com pop-ups que oferecem pouco feedback e ações limitadas, como é o caso do erro na imagem 4 que apenas oferece a opção “Fechar”. Por outro lado, a Ryanair demonstra uma interface mais organizada e intuitiva, com alertas informativos visíveis, mas não intrusivos.

Relativamente ao feedback, na figura 37, a aplicação distingue-se das outras ao incluir uma funcionalidade adicional: os testemunhos de utilizadores. Esta opção ausente nas restantes aplicações analisadas, funciona como um ponto de referência útil, permitindo aos utilizadores consultar experiências reais de outros passageiros. Embora seja uma funcionalidade extra, apresenta-se como uma mais-valia, especialmente para quem procura validações ou opiniões antes de tomar decisões dentro da aplicação.

Outra funcionalidade bem implementada, presente na figura 38, é a secção dedicada aos transfers do aeroporto. É uma solução quase independente da própria aplicação que se destaca

não apenas pela sua utilidade, mas também pelo nível de detalhe e completude. Esta funcionalidade secundária reforça a experiência do utilizador ao antecipar necessidades complementares à reserva de voo. Além disso, mantém-se perfeitamente alinhada com a identidade da marca.

1.2.2 Cores

Na figura 39 encontra-se a paleta cromática da Ryanair, composta por duas cores principais: dois tons de azul e um tom de amarelo. Trata-se de uma paleta, essencialmente, duocromática que recorre a cores contrastantes para gerar um contraste visual e reforçar a identidade da marca.

Na figura 40, à esquerda, apresenta-se a paleta de cores recolhida durante a auditoria à aplicação. Para além das cores institucionais – azul e amarelo – identificaram-se também tons neutros que acompanham as cores principais. No entanto, diferente da aplicação da TAP, alguns destes tons neutros revelam uma influência da cor principal, apresentando uma tonalidade azulada em vez de um cinzento “puro”.

Para além de ser uma cor principal, o amarelo assume também uma função secundária, sendo frequentemente utilizada para sinalizar avisos. O vermelho é reservado a ações destrutivas e o verde indica confirmações ou sucessos.

Em contraste com a aplicação da TAP, na app da Ryanair observa-se uma utilização mais equilibrada e proporcional das cores, com uma progressão tonal mais coerente ao longo do sistema. Não obstante, registam-se algumas redundâncias, como o uso de tons cinzentos muito semelhantes entre si, como demonstrado na paleta da esquerda (na figura 40). Neste sentido, na imagem da direita estão destacados os três tons principais e, na figura 41, apresenta-se a correspondência entre essas cores e os valores utilizados na interface. Sendo que, duas das três cores não correspondem exatamente aos valores definidos pela marca.

Por último, de forma a consolidar os principais pontos identificados na auditoria à aplicação, apresenta-se na figura 42 uma análise SWOT⁶ que resume os pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças associadas à aplicação da Ryanair.

Figura 42

Análise SWOT da app da Ryanair

S STRENGTHS FORÇAS	W WEAKNESSES FRAQUEZAS	O OPPORTUNITIES OPORTUNIDADES	T THREATS AMEAÇAS
Aplicação fácil de navegar e com funcionalidades úteis e intuitivas Dispõe depoimentos dos utilizadores e notícias tanto da companhia como de destinos de viagem dentro da aplicação Oferece diversas opções de suporte ao cliente, proporcionando acesso a informações para esclarecer uma variedade de dúvidas Uso intuitivo e prático de cores	Apresenta alguma falta de consistência nos elementos interativos, cores, animações, patterns, etc. Alguns links e botões não funcionam ou remetem-nos para páginas que já não existem Algumas funcionalidades não funcionam Algumas inconsistências na formatação Problemas na Seleção de Datas e Voos Tempo de sessão expira com frequência	Possibilidade de melhorar a experiência do utilizador através da integração de AI e/ou Realidade Virtual Corrigir as pequenas inconsistências do sistema para otimizar o seu desempenho Adicionar funcionalidades como rastreamento de bagagem, atualizações em tempo real de voos e reservas de serviços	Outras aplicações poderão integrar tecnologias mais atuais como AI, AR, etc. Problemas de conectividade e bugs Algumas funcionalidades dependem de terceiros podendo levar a falhas de funcionalidades se houver problemas com essas integrações Tempo de sessão expira com frequência

1ª ITERAÇÃO
12/07/24 a 02/11/24

⁶ O link apresentado nesta nota remete para uma versão mais detalhada das análises SWOT realizadas às três aplicações (TAP, Ryanair e Emirates), incluindo também uma comparação das suas principais semelhanças e diferenças: [Figma](#)

1.1.3 Emirates⁷

1.1.3.1 Inconsistências

Relativamente à terceira auditoria, esta caiu sobre a aplicação da Emirates, uma companhia posicionada num segmento premium. Similar à metodologia adotada na auditoria da aplicação da Ryanair, optou-se também por destacar nesta secção do relatório, maioritariamente, os aspetos positivos do sistema.

A auditoria realizada revelou poucos erros e redundâncias, sendo das três aplicações analisadas a que apresenta menos problemas. Não obstante, a aplicação da Ryanair continua a destacar-se pela sua superioridade em termos de funcionalidades, design e experiência de navegação. Deste modo, as principais inconsistências observadas no sistema incluem, por exemplo, conforme representado na figura 43, uma discrepância no idioma apresentado. Ao aceder à secção de “Reclamações” a partir da tela de “Ajuda e apoio” (imagem 1), o feedback e as reclamações são exibidos no idioma predefinido (imagem 2). No entanto, ao navegar para a mesma secção via “Enviar feedback” (imagem 3), o idioma muda para inglês (imagem 4). Adicionalmente, a card “Feedback or complaints” (imagem 5) redireciona os utilizadores para a tela da imagem 3. O problema reside, portanto, no redirecionamento inadequado entre páginas, uma vez que a tela da imagem 5 pertence à funcionalidade de feedback presente na imagem 3.

Outro problema de redirecionamento identificado na aplicação ocorre na secção representada na figura 44. Ao carregar no botão "Horários dos voos" (imagem 1) através do menu deslizante, o utilizador pode ser redirecionado para uma das duas telas apresentadas nas imagens 2 e 3.

Comum também nas outras aplicações, outro problema identificado diz respeito a inconsistências nos elementos de design. Como ilustrado na figura 45, foram observadas incoerências em componentes como caixas de texto e listas (imagens 1 e 2), bem como em *cards* informativas (imagens 4 e 5). No primeiro caso, as caixas de texto revelam variações na forma de apresentação, revelando uma ausência de um contorno e diferenças no tamanho da tipografia. Já

⁷ O link apresentado nesta nota corresponde à auditoria realizada à aplicação da Emirates, em análise neste capítulo:  Figma

nas listas, nota-se uma inconsistência no peso das fontes e no espaçamento horizontal dos nomes das cidades e dos países. Já nas *cards* informativas, observa-se uma variação no estilo tipográfico dos títulos, assim como na forma e posicionamento dos botões “Mostrar mais” e “Ler Mais”. Nestes, para além das variações na forma e no posicionamento, verifica-se também uma inconsistência tipográfica, tanto na fonte como na formulação do texto. Expressões como “Ler mais” e “Mostrar mais”, embora transmitam a mesma ação, são utilizadas em diferentes momentos dentro da interface, comprometendo a uniformidade da linguagem. Idealmente, o sistema deveria procurar uma coerência no vocabulário, adotando expressões consistentes sempre que se referem à mesma funcionalidade. Ainda na figura 45, na imagem 5, identifica-se uma instância em que o sistema permite o redirecionamento do utilizador para páginas que se encontram inoperacionais.

1.1.3.2 Fator inovação

Conforme mencionado anteriormente, tanto a aplicação da Emirates como a da Ryanair serão utilizadas como referência para a criação do protótipo. No caso da Ryanair, destaca-se a fluidez da navegação e a clareza da hierarquia. Já a aplicação da Emirates destaca-se pelas funcionalidades únicas que apresenta, principalmente, a visualização interativa dos interiores dos aviões em 3D e a funcionalidade do mapa dos aeroportos.

Na figura 46 apresenta-se uma das funcionalidades mais relevantes da aplicação: o mapa interativo. Esta ferramenta permite ao utilizador localizar facilmente pontos de interesse dentro de um determinado aeroporto (desde que os mapas sejam disponibilizados na aplicação) como cafés, lojas, lounges ou estações de carregamento. Ao selecionar um dos locais, são disponibilizadas informações complementares, incluindo fotografias, localização (piso e número de terminal) e direções passo a passo com base na posição atual do utilizador.

A navegação é efetuada através de uma visualização em 2D, com o percurso destacado a azul, zonas de transição, como escadas, elevadores ou transportes internos são assinaladas a laranja, e áreas de segurança são assinaladas a vermelho. A aplicação disponibiliza ainda a possibilidade de filtrar (na imagem 5, visível na parte superior do ecrã antes de se começar o

percurso) permitindo ao utilizador adaptar o percurso conforme as suas necessidades de mobilidade, sendo possível escolher entre um caminho “Direto” ou “Acessível”. Outro detalhe relevante desta funcionalidade é a forma como a aplicação organiza automaticamente o percurso em etapas, apresentando-as no menu deslizante na parte inferior do ecrã. Através deste, são disponibilizadas informações contextuais sobre cada parte do trajeto – como o tempo estimado e a distância até ao próximo ponto de interesse – funcionando como uma sequência de “checkpoints”.

Por último, destaca-se ainda a funcionalidade de visualização interativa dos interiores dos aviões em 3D. Esta oferece uma experiência imersiva em 360° no interior do avião permitindo que o utilizador orbite e explore diferentes áreas de forma interativa. Apresentado na figura 47, o utilizador tem a possibilidade de navegar virtualmente pelo avião – neste caso vê-se o lounge a bordo e a cabine de classe executiva. Nesta funcionalidade é também possível alternar entre o deque superior ou inferior, e até mesmo interagir com lugares específicos. Cada espaço do avião é complementado com botões em forma de hotspots, que, ao serem selecionados, fornecem descrições informativas sobre cada serviço disponível. Por último, mas não menos importante, nesta funcionalidade, é possível mudar a iluminação ambiente e até ativar sons que simulam o ambiente real do avião.

Para concluir, de forma a consolidar os principais pontos identificados na auditoria à aplicação, apresenta-se na figura 48 uma análise SWOT⁸ que resume os pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças associadas à aplicação da Emirates.

⁸ O link apresentado nesta nota remete para uma versão mais detalhada das análises SWOT realizadas às três aplicações (TAP, Ryanair e Emirates), incluindo também uma comparação das suas principais semelhanças e diferenças: [Figma](#)

Figura 48

Análise SWOT da app Emirates

S	W	O	T
STRENGTHS FORÇAS	WEAKNESSES FRAQUEZAS	OPPORTUNITIES OPORTUNIDADES	THREATS AMEAÇAS
Funcionalidade 3D intuitiva e fluida, semelhante ao Google Maps O sistema é repleto de opções tanto a nível de suporte do cliente quer a nível de experiências que a companhia pode proporcionar A secção da "Pesquisa de voos" é intuitiva e com um layout bastante sólido	Ao entrar em certas páginas através de certos botões há mudanças inesperadas no idioma Falta de consistência gráfica nos elementos interativos Algumas funcionalidades não funcionam A aplicação permite avançar com erros nos formulários apesar de não ser depois possível acabar a interação por causa dos mesmos Certos elementos interativos não funcionam ou não se apresentam como funcionais Problemas na Seleção de Datas e Voos	Possibilidade de melhorar a experiência do utilizador através da integração de AI e/ou Realidade Virtual Adicionar funcionalidades como rastreamento de bagagem, atualizações em tempo real de voos e reservas de serviços Intensificar as cores para realçar a identidade da marca	Outras aplicações podem integrar tecnologias mais atuais como AI, AR, etc. Algumas funcionalidades dependem de terceiros podendo levar a falhas de funcionalidades se houver problemas com essas integrações Problemas nos redirecionamentos das páginas
1ª ITERAÇÃO 12/07/24 a 02/11/24			

1.1.4 Atualização da app TAP⁹

A quarta e última auditoria, foi novamente feita á aplicação da TAP. A mais recente atualização da aplicação apresentou uma grande transformação que foi para além de ajustes superficiais. Apresentando uma remodelação total tanto a nível funcional como visual que se focou maioritariamente sobre o núcleo da aplicação, deixando grande parte dos endereços externos praticamente inalterados.

No que toca à identidade visual, a TAP adotou um estilo mais moderno e vibrante, possivelmente com o intuito de reposicionar a marca de forma a aproximar-se de um público mais jovem. Esta mudança reflete-se na introdução de uma tipografia mais contemporânea (GT Flexa), no uso de um tom de verde mais luminoso e energético, e na reformulação de certos elementos da interface, agora com contornos mais subtis, contrastando com os componentes visualmente mais pesados da versão anterior. A hierarquia visual foi melhorada com os espaçamentos a tornarem-se mais consistentes e a paleta cromática a apresentar uma maior coerência ao longo da navegação.

Embora esta atualização tenha introduzido melhorias significativas, ainda persistem alguns erros, especialmente nos endereços externos, mais concretamente na secção de reserva de voos. Embora se note uma tentativa de alinhar os elementos destes endereços com a nova identidade da aplicação, a sensação predominante é de que esta adaptação foi realizada de forma apressada e inconsistente. Como resultado, continuam a observar-se diversas incoerências ao nível da interface, tanto em termos de consistência visual como de usabilidade.

1.1.4.1 Inconsistências

Começando pelo calendário, a figura 49 apresenta uma comparação entre a versão 6.4.3, cujas capturas de ecrã foram realizadas entre 12/07/24 e 02/11/24, e a versão mais recente, 7.1.1, com capturas efetuadas entre 13/11/24 e 28/01/25.

⁹ O link apresentado nesta nota corresponde à auditoria realizada à atualização da aplicação da TAP (versão 7.1.1), em análise neste capítulo:  Figma

Na figura 49, observa-se a evolução da interface da aplicação TAP entre as versões 6.4.3 (imagens 1, 2 e 3) e 7.1.1 (imagens 4, 5 e 6), com um especial destaque para a melhoria da hierarquia visual na funcionalidade de seleção de datas. A versão mais recente revela uma interface mais preenchida, mas com uma estrutura mais organizada e intuitiva. Enquanto anteriormente se utilizavam placeholders na parte superior da tela, como “Partida Seleccionar” e “Regresso”, estes foram agora substituídos pelas localidades seleccionadas pelo utilizador, garantindo assim uma maior contextualização. Os placeholders mantêm-se na interface, mas reposicionados de forma discreta, sem comprometer a hierarquia do pattern.

Uma das principais melhorias na versão mais recente, revela-se no espaçamento entre diferentes blocos de informação, nomeadamente entre os dias e os meses, como por exemplo a transição dos últimos dias de fevereiro para o mês de março. Também os dias da semana passaram a ser destacados através de caixas com tons de cinzento diferentes do resto dos elementos da interface. Da mesma forma, os nomes dos meses adquiriram um maior destaque, com uma tipografia diferente e um maior peso do resto dos outros elementos, o que não se registou na versão 6.4.3. Também as cores contribuem positivamente para a hierarquia; ao restringir o uso de tons de verde a estados de seleção e disponibilidade, evita-se o risco de uma saturação cromática. O componente na parte inferior, comparado com a versão anterior, torna-se menos intrusivo e mais compacto, mantendo toda a sua funcionalidade de forma mais subtil.

Contudo, apesar destes pontos positivos, persistem ainda algumas inconsistências. A primeira relaciona-se com a sinalização de dias disponíveis. Na versão 6.4.3, esta era feita através de uma linha verde. Na atualização mais recente esta sinalização torna-se ainda menos visível, sendo efetuada simplesmente através de um pequeno círculo verde. Para além disso, a aplicação continua a permitir a seleção de dias em que não existem voos disponíveis (uma escolha questionável do ponto de vista da usabilidade). Por que razão não são assinalados todos os dias disponíveis com uma cor, como um verde ou uma cor neutra como o preto? Manter datas sem voos disponíveis como seleccionáveis contribui apenas para a frustração do utilizador.

Na figura 50, em relação às imagens 4 e 5, surge também uma questão sobre a necessidade de introduzir um novo tipo de componente para a seleção de datas: um modal. Tendo em conta que a versão anterior já utilizava um componente deslizante (visível na figura 50, nas

imagens 1 a 3 e assinalado com um contorno vermelho na imagem 1), a introdução de um modal parece redundante. Um único componente com uma variação adaptada a cada contexto específico poderia ter assegurado uma continuidade tanto visual como funcional. Outra inconsistência encontra-se na imagem 6, derivada de um endereço externo à aplicação. Esta apresenta um componente diferente dos restantes calendários utilizados no sistema. Nota-se porém que apesar de apresentar um estilo diferente dos restantes calendários da mesma versão e anteriores, este apresenta uma maior legibilidade.

Outras inconsistências menores podem ser observadas na figura 51. As imagens 1 e 2 revelam uma falta de uniformidade na representação de estados de erro, onde algumas caixas apresentam contornos vermelhos e outras não. Já nas imagens 3, 4 e 5, identificam-se variações nas margens laterais e inferiores: a imagem 3 exibe margens laterais de 38 pixels e uma margem inferior de 71 pixels; na imagem 4, esses valores variam entre 19 e 22 pixels, respetivamente; e na imagem 5, observa-se uma diferença de 12 pixels na margem inferior. Estas variações, ainda que subtis, podem comprometer a consistência estrutural da interface.

Na figura 52 identificam-se casos pontuais em que a experiência do utilizador é comprometida. Em determinados momentos da jornada, a realização de ações é impedida por bugs, como ilustrado na imagem 1. Adicionalmente, nas imagens 2, 3 e 4, observam-se situações de sobreposição de elementos da interface, dificultando a leitura e interação com a aplicação.

Na figura 53, identificam-se redundâncias e funcionalidades inoperacionais. Na imagem 1, ao pressionar o ícone de informação relativo ao “Número de etiqueta de bagagem”, este não apresenta qualquer conteúdo útil, limitando-se a repetir a informação já presente na label. Na imagem 2, verificam-se duas instâncias do botão “Check-in”, presente tanto na barra de navegação inferior, como na parte superior do ecrã dentro da secção “Mais”. Por fim, na imagem 3, observa-se que a funcionalidade “Histórico da versão” se encontrava inoperacional – embora esta falha tenha sido corrigida na atualização 7.1.2.¹⁰

Na figura 54, é apresentada uma funcionalidade cuja estrutura foi alterada da versão 6.4.3 para a mais recente. Nas imagens 1 a 4, referentes à nova versão, verifica-se um aumento

¹⁰ Todos os dados correspondentes à versão 7.1.2 mencionado somente no texto acima, foram recolhidos na data de 14 de abril de 2025.

na quantidade de informação presente na interface. Neste contexto, a versão anterior (imagens 5 a 8) revela-se mais vantajosa por diversos motivos.

Em primeiro lugar, a simplicidade visual da versão anterior, com menos blocos de texto, torna a interface mais apelativa e acessível, ao evitar a sobrecarga cognitiva do utilizador. A redução do conteúdo textual contribui para uma leitura mais rápida e uma navegação mais fluida, especialmente numa secção cujo propósito é esclarecer e não dificultar a experiência do utilizador. Adicionalmente, a adoção de botões em formato de comprimido, em vez de *cards* textuais extensas que requerem *scroll*, melhora a usabilidade e intuição da informação. No geral, a versão 6.4.3 oferece uma solução mais leve, direta e eficiente.

Na figura 55, é apresentada uma funcionalidade anteriormente disponível na aplicação que foi removida na versão 7.1.1: a funcionalidade de *feedback*. Apresentada nas imagens 1, 2 e 3, representava uma mais-valia ao permitir que o utilizador pudesse partilhar a sua opinião ou relatar problemas diretamente dentro da aplicação.

Na versão mais recente (imagem 4), este processo foi substituído por um redirecionamento externo para a *App Store* ou *Play Store*, o que pode representar um obstáculo ao utilizador. Este tipo de transição não só interrompe a experiência de navegação como também pode estar dependente da velocidade da internet ou da disposição do utilizador em concluir esta ação fora do contexto da aplicação. Manter esta funcionalidade integrada na interface, como nas versões anteriores, poderá contribuir para uma experiência mais fluida e centrada no utilizador, podendo mesmo até incentivar um *feedback* espontâneo.

Por último, observa-se a remoção de mais uma funcionalidade com a introdução da versão 7.1.1 – a funcionalidade de estados de voo. Na figura 56, apresenta-se esta funcionalidade que permitia de forma rápida e acessível consultar o estado ou disponibilidade de qualquer voo, independentemente de existir uma reserva associada. Com a atualização, deixa de estar disponível qualquer ferramenta dedicada a esta verificação, restringindo essa possibilidade apenas aos casos em que o voo já tenha sido previamente reservado.

Uma das áreas mais relevantes da aplicação, senão a mais importante, é a funcionalidade de reserva de voos. Na figura 57, observa-se especificamente a etapa de seleção de voos. A imagem 1 apresenta uma interface excessivamente preenchida, com bastantes elementos informativos concentrados num único espaço: tarifas, preços, horários, números de voo, avisos de tarifas e estados de ocupação de lugares. Esta sobrecarga de informação, aliada a uma área útil reduzida, devido à presença de elementos fixos como a barra de navegação superior e o componente inferior do preçário, compromete significativamente a leitura e usabilidade da interface, em particular por diminuir o espaço disponível para o conteúdo principal.

Ainda na figura 57, nas imagens 2 e 3, embora o conteúdo se apresente de forma mais organizada e com uma menor quantidade de informação, levanta-se uma questão sobre a utilização dos ícones. A ausência de uma legenda imediata pode tornar os ícones demasiado abstratos, mesmo existindo uma opção para aceder ao significado de cada símbolo através de um menu *dropdown*, sendo que seria mais eficaz e intuitivo apresentar essas informações diretamente na interface. Já na imagem 4, correspondente à seleção do voo de regresso, verificam-se novamente falhas na hierarquia e no espaçamento dos elementos. O título “Voo 2 de 2”, por exemplo, encontra-se encostado à margem do ecrã. Problemas semelhantes ocorrem nas imagens 5 e 6, com excesso de informação e uma área útil limitada.

Na figura 58, a funcionalidade “Mapa de Lugares”, é onde se regista a área útil mais pequena de toda a aplicação. Conforme ilustrado na imagem 5, destacada por um retângulo vermelho, apenas dois quintos da interface são dedicados à interação principal. Os restantes três quintos são ocupados por informações adicionais e por um espaçamento ineficiente, reduzindo significativamente o foco do conteúdo essencial.

Adicionalmente, o uso de tons de vermelho, ainda que dentro da linguagem da marca, levanta questões de usabilidade. Utilizar esta cor para indicar lugares ocupados pode revelar-se contraproducente, uma vez que o vermelho é frequentemente associado a estados de erro ou ações destrutivas, podendo gerar confusão ou hesitação por parte do utilizador.

Na secção relativa aos “Extras”, concretamente no aluguer de automóveis, volta a verificar-se uma densidade de informação excessiva e problemas de hierarquia. Como apresentado na figura 59, nas imagens 2 e 3, as *cards* apresentam espaçamentos reduzidos e uma estrutura ineficiente, dificultando a leitura e comprometendo a hierarquia e eficiência da interface. Nas imagens 4 e 5, além da sobreposição e da pobre distribuição de elementos, nota-se que mantêm a identidade visual da versão anterior (6.4.3), reforçando a incoerência visual.

Na figura 60, na fase final da jornada do utilizador relativa ao pagamento, revela-se mais um problema. Caso o utilizador não tenha conta registada, é forçado a criar uma ou iniciar sessão antes de concluir o pagamento. Este processo, além de moroso, apresenta falhas no design, como por exemplo, a área onde se introduzem os dados não ser centrada no ecrã. Para além das questões visuais, o próprio processo de registo é pouco otimizado, comprometendo a fluidez da experiência. Em contraste, a aplicação da Ryanair realiza este processo de forma mais eficiente, tornando a criação de conta mais linear e menos disruptiva.

1.1.4.2 Cores

Na figura 61 observa-se as paletas cromáticas recolhidas durante as duas auditorias das diferentes versões da TAP. Nota-se uma redução drástica na quantidade de tons utilizados, refletindo uma crescente coerência cromática na nova identidade da aplicação.

Tal como mencionado anteriormente, esta atualização representa uma melhoria significativa no núcleo da aplicação, tanto em termos funcionais como visuais. No entanto, persistem algumas exceções, sobretudo em endereços externos à aplicação. Embora parte destes endereços não sejam obrigados a seguir a linguagem visual da marca, por serem entidades externas à TAP; os que o fazem apresentam, por vezes, variações de cores que se afastam da paleta definida.

Por último, de forma a consolidar os principais pontos identificados na auditoria à aplicação, apresenta-se na figura 62 uma análise SWOT que resume os pontos fortes, fracos,

oportunidades e ameaças associadas à versão 7.1.1 da TAP. Neste caso, a análise foi estruturada em duas partes: a parte interna (Figura 62) e a parte externa da aplicação – maioritariamente o processo de reserva de voo (Figura 63). Esta divisão dá-se devido a uma discrepância nas datas em que a auditoria foi conduzida, em particular relativo às secções de reserva de voo e ao processo de pagamento.

Figura 62

Análise SWOT da app TAP (1) (versão 7.1.1)

S STRENGTHS FORÇAS	W WEAKNESSES FRAQUEZAS	O OPPORTUNITIES OPORTUNIDADES	T THREATS AMEAÇAS
A hierarquia visual na seleção do segundo voo está bem estruturada Inclui uma opção para visualizar fotos dos lugares As etapas até o pagamento são numeradas, guiando o utilizador ao longo do processo O nível de informação presente ao longo da interação é bastante completo e detalhado	Excesso de informação e problemas de formatação que prejudicam a fluidez da experiência do utilizador Uso de vários tons da mesma cor de forma desnecessária Presença de dark patterns, como a ocultação do botão para adicionar vouchers e mensagens de urgência como "Últimos lugares a este preço"	Explorar como organizar e apresentar a extensa informação disponível de forma clara e intuitiva, garantindo uma interação fluida e completa, incluindo a galeria de imagens e os ícones A maior companhia de voo nacional Possibilidade de melhorar a experiência do utilizador através da integração de AI e/ou Realidade Virtual	Outras aplicações podem integrar tecnologias mais atuais como AI, AR, etc. Problemas de conectividade, bugs e tempos de carregamento longos Reputação da companhia aérea comprometida Algumas funcionalidades dependem de terceiros podendo levar a falhas de funcionalidades se houver problemas com essas integrações
2ª ITERAÇÃO 13/11/24 a 18/11/24			

Figura 63

Análise SWOT da app TAP (2) (versão 7.1.1)

S STRENGTHS FORÇAS	W WEAKNESSES FRAQUEZAS	O OPPORTUNITIES OPORTUNIDADES	T THREATS AMEAÇAS
O sistema de cores tornou-se mais consistente, alinhando-se melhor com a identidade da marca O revamp melhorou o “user flow,” removendo elementos desnecessários e tornando a navegação mais fluida A hierarquia visual e a formatação foram melhoradas, proporcionando uma leitura mais fluida A utilização de uma fonte mais moderna e apelativa contribui para uma estética mais atualizada e envolvente	O revamp removeu elementos que poderiam apresentar-se como uma vantagem para a aplicação Calendário continua a não diferenciar as datas de voos disponíveis das indisponíveis Alguns problemas de formatação O user flow pode ser prejudicado em certas etapas, como no processo de reserva de voo, onde a ação não ocorre de forma contínua	Integrar a secção de “Dar opinião” da primeira iteração de forma a incentivar os utilizadores a fazer reviews sem serem redirecionados para uma página externa A maior companhia de voo nacional Possibilidade de melhorar a experiência do utilizador através da integração de AI e/ou Realidade Virtual	Outras aplicações podem integrar tecnologias mais atuais como AI, AR, etc. Problemas de conectividade, bugs e tempos de carregamento longos Reputação da companhia aérea comprometida Algumas funcionalidades dependem de terceiros podendo levar a falhas de funcionalidades se houver problemas com essas integrações
3ª ITERAÇÃO 27/01/25 e 28/01/25			

1.1.4.3 Avaliação Heurística¹¹

Foi realizada uma avaliação heurística com base nos princípios definidos por Nielsen Norman Group (2024) com o objetivo de complementar e aprofundar a auditoria previamente efetuada à aplicação. Esta análise foi realizada na versão 7.1.1 da aplicação da TAP, sendo que apesar das melhorias introduzidas, esta continua a apresentar condições para ser alvo de uma reestruturação. Mas no que consiste esta avaliação heurística?

A avaliação heurística é um método de análise de usabilidade, que procura identificar problemas na interface antes da realização de testes com utilizadores reais. Baseia-se em dez princípios, servindo como uma ferramenta para detetar falhas e oportunidades de melhoria em sistemas interativos.

O primeiro princípio: Visibilidade do estado do sistema. Designers devem manter os utilizadores informados sobre o que está a acontecer, através de feedback contextual.

O segundo princípio: Correspondência entre o sistema e o mundo real. A interface deve utilizar linguagem e conceitos familiares aos utilizadores, seguindo convenções do mundo real.

O terceiro princípio: Controlo e liberdade do utilizador. Os utilizadores devem ter a possibilidade de desfazer e refazer ações facilmente, permitindo-lhes corrigir erros sem dificuldades. Funcionalidades como "Desfazer" e "Refazer" são exemplos disso.

O quarto princípio: Consistência e *patterns*. A interface deve manter consistência em termos de linguagem, design e comportamento. Utilizar *patterns* conhecidos ajuda os utilizadores a compreenderem e preverem o funcionamento do sistema.

O quinto princípio: Prevenção de erros. É preferível prevenir erros do que apresentar mensagens de erro. O design deve antecipar possíveis problemas e evitá-los, como desativar

¹¹ De modo a não ultrapassar o limite de páginas, as figuras 64 à 71 encontram-se no Apêndice 1, juntamente com uma análise mais detalhada da avaliação heurística (consultar a partir da página 171).

opções inválidas ou solicitar confirmações antes de ações críticas ou destrutivas. Porém, se o erro for inevitável, as mensagens que os comunicam devem ser perceptíveis e instrutivas.

O sexto princípio: Reconhecimento em vez de memorização. A interface deve minimizar a carga cognitiva do utilizador, tornando componentes, ações e opções visíveis.

O sétimo princípio: Flexibilidade e eficiência de uso. A interface deve ser eficiente tanto para utilizadores iniciantes quanto para utilizadores experientes. Disponibilizar atalhos ou personalizações pode acelerar a interação tanto para utilizadores iniciantes como experientes.

O oitavo princípio: Estética e design minimalista. O design deve ser simples e evitar informações irrelevantes. Cada elemento na interface deve ter um propósito explícito, evitando sobrecarregar o utilizador com excesso de informação.

O nono princípio: Ajudar os utilizadores a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros. As mensagens de erro devem ser expressas em linguagem simples, indicando claramente o problema e sugerindo uma solução. Ajudando assim os utilizadores a corrigirem os erros de forma eficaz.

Por último, o décimo princípio: Ajuda e documentação. Embora o sistema deva ser utilizável sem documentação, pode ser necessário fornecer ajuda e documentação acessíveis, focadas nas tarefas do utilizador e fáceis de pesquisar.

A análise da aplicação TAP (versão 7.1.1) com base nestes princípios heurísticos permitiu concluir que, apesar de existirem melhorias significativas em relação a versões anteriores, persistem ainda várias limitações que podem afetar a experiência do utilizador.

Em termos de visibilidade do estado do sistema, a app fornece uma forte informação contextual através de mensagens explicativas, embora por vezes em excesso – correndo o risco de comprometer a legibilidade da interface. A linguagem e o design minimalista são geralmente bem aplicados, com componentes intuitivos e uma linguagem direta, mas formal. O controlo e

liberdade do utilizador também são assegurados na maioria das interações, permitindo recuos e correções com facilidade.

Contudo, a consistência visual e a integração de páginas externas continuam a ser problemáticas, criando uma grande incoerência gráfica e funcional ao longo da experiência do utilizador. Além disso, a app apresenta vulnerabilidades na prevenção de erros, com *bugs* e falhas na validação de dados. A flexibilidade e eficiência de uso também são limitadas, pela ausência de atalhos e opções de personalização.

Embora a estética tenha melhorado consideravelmente, a aplicação ainda enfrenta problemas de hierarquia visual, sobreposição de elementos e uso excessivo de texto – nomeadamente nos endereços externos. No que diz respeito ao *feedback* e ajuda, a comunicação de erros é, por vezes, pouco útil, proporcionando explicações incompletas ou redundantes, e a funcionalidade de ajuda é fragmentada e textualmente densa. A falta de testemunhos de utilizadores e de um histórico de interações reduz o suporte ao reconhecimento de *patterns* e à tomada de decisão.

Assim, apesar dos progressos, a versão 7.1.1 da TAP ainda apresenta várias oportunidades de melhoria que, se trabalhadas, poderão melhorar significativamente a qualidade da experiência do utilizador.¹²

1.2 Gráficos de radar

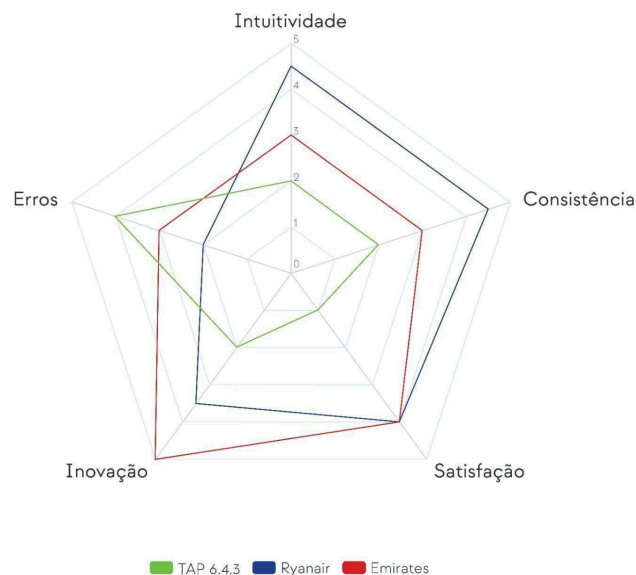
Com o objetivo de avaliar a experiência do utilizador durante as auditorias realizadas, foi desenvolvido um gráfico de radar tendo por base cinco parâmetros: Intuitividade, Consistência, Satisfação, Inovação e (ocorrência de) Erros. A escala utilizada varia de 1 a 5, sendo que o valor 5 representa a maior incidência de cada parâmetro – isto é, maior número de erros, maior grau de inovação, etc.

¹² Para uma análise mais detalhada, consultar o Apêndice 1, na página 171.

Com isto, foram elaborados três gráficos: o primeiro analisa as três aplicações avaliadas incluindo a versão 6.4.3 da TAP; o segundo, as mesmas aplicações incluindo a versão 7.1.1 da TAP; e o terceiro estabelece uma comparação entre as duas versões da aplicação da TAP. Assim, na figura 72 encontra-se o primeiro gráfico de radar, que avalia as três aplicações com base nos cinco parâmetros definidos.

Figura 72

Gráfico de radar com a versão 6.4.3 da app TAP

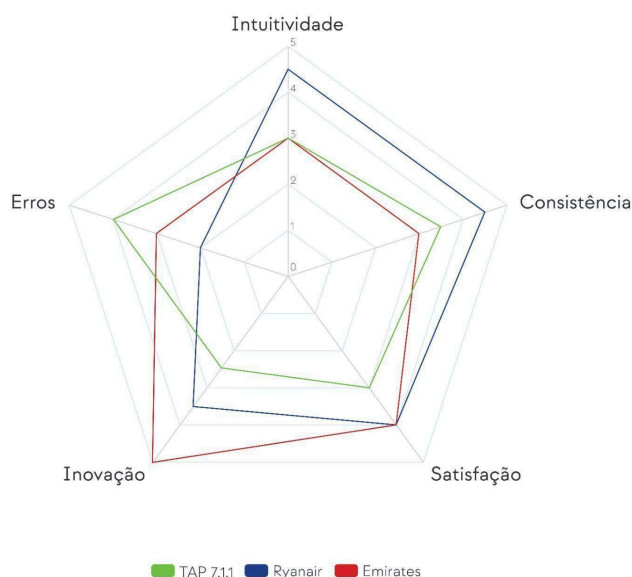


Os dados representados no gráfico (Figura 72) revelam que a aplicação da TAP se posiciona como a menos eficaz entre as três avaliadas, registrando desempenhos inferiores em todos os parâmetros estabelecidos. Isto deve-se à elevada quantidade de inconsistências e limitações identificadas ao longo da auditoria, resultando numa maior incidência de erros. Em contraste, a aplicação da Ryanair destacou-se como a mais equilibrada e eficiente, atingindo valores altos nos critérios de Intuitividade, Consistência, Satisfação e Erros, com a exceção do parâmetro de Inovação. Por último, a aplicação da Emirates alcançou o valor

máximo em Inovação devido a funcionalidades como o “Mapa dos Aeroportos” e a visualização tridimensional da frota.

Figura 73

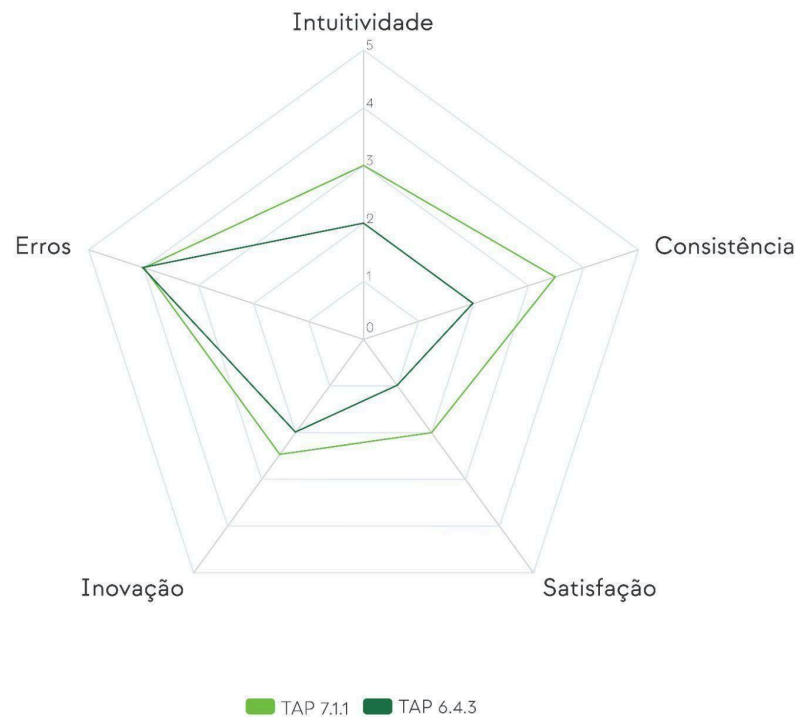
Gráfico de radar com a versão 7.1.1 da app TAP



Na versão 7.1.1 da aplicação da TAP observam-se melhorias significativas em todos os parâmetros avaliados, com a exceção do parâmetro de ocorrência de erros, quando comparada com a versão anterior. Conforme a figura 73, a aplicação supera a Emirates no critério de Consistência, atingindo também um nível equivalente de Intuitividade. Na figura 74, apresenta-se uma comparação direta entre as duas versões da aplicação da TAP, destacando-se as variações nos diferentes parâmetros analisados.

Figura 74

Gráfico de radar, comparação entre versões da app TAP 6.4.3 e 7.1.1



Por último, observa-se uma melhoria nos diferentes parâmetros avaliados, com a exceção do parâmetro de Erros. Apesar do potencial da aplicação para apresentar um desempenho superior em todos os critérios, esse progresso é limitado pelas inconsistências identificadas durante a auditoria, particularmente nas áreas externas à aplicação e na secção de reserva de voos, que comprometem a experiência do utilizador e impedem uma evolução mais significativa nos cinco parâmetros analisados.

Dando continuidade à pesquisa realizada durante as auditorias, a avaliação heurística e a análise comparativa através dos gráficos de radar, a próxima parte será dedicada ao desenvolvimento do protótipo. No subcapítulo 1.3, serão apresentadas as decisões de design tomadas ao longo do processo, bem como comparações com as três aplicações, de modo a evidenciar as melhorias efetuadas.

1.3 Execução do Protótipo¹³

Como referido anteriormente, as auditorias realizadas foram essenciais para definir a aplicação a remodelar, funcionando também como um “banco de componentes” que servirá de inspiração visual e estrutural para o desenvolvimento do protótipo. Através da observação das três aplicações analisadas, nesta fase, o objetivo principal resume-se em transformar os *insights* recolhidos ao longo do processo numa proposta de reformulação da aplicação da TAP. Procura-se, portanto, resolver de forma eficaz os problemas identificados nas auditorias e melhorar significativamente a experiência do utilizador.

1.3.1 Estabelecimento de bases visuais

Começando pela paleta cromática definida para o protótipo, procurou-se desenvolver a mesma a partir da atualização 7.1.1 da aplicação da TAP. A figura 75 pretende, então, demonstrar a evolução desde a versão 6.4.3 até à proposta apresentada no protótipo.

Como representado na figura 75, o objetivo foi uniformizar a transição entre tons, criando uma escala cromática mais equilibrada e coerente em todo o sistema. Para as cores azul, amarelo e vermelho foram definidas cinco tonalidades diferentes, garantindo uma maior flexibilidade e evitando o risco de monotonia visual. As exceções são os verdes, cor predominante da identidade da TAP, e os cinzentos usados como tons neutros. No canto inferior direito da figura 75, surgem dois tons isolados: laranja e roxo. Estes foram utilizados para componentes específicos de acessibilidade, como a funcionalidade “Piscar para notificações”, que requer variações cromáticas mais contrastantes de forma a que as notificações intermitentes se destaquem e sejam facilmente percebidas pelo utilizador.

Deste modo, a figura 76 apresenta a paleta cromática acompanhada pelos respetivos valores hexadecimais, evidenciando a progressão natural dos tons escolhidos. Cada cor cumpre uma função específica no sistema: o azul é aplicado em botões informativos, o amarelo assinala avisos, e o vermelho é aplicado em estados destrutivos, como mencionado anteriormente.

¹³ O link apresentado nesta nota refere-se ao protótipo final da aplicação desenvolvido ao longo do projeto, em análise neste capítulo, é construído em Figma: [Figma](#)
Para mais informações, consultar página 265.

Assim, garante-se uma coerência cromática em todas as interações dentro da aplicação – exemplificado na figura 77.

Outro aspecto a melhorar no sistema é a tipografia. No subcapítulo 1.1 – Auditorias das apps de bordo, especificamente na secção 1.1.1.1 – Inconsistências, foi mencionada brevemente a utilização de duas fontes diferentes: Inter e Montserrat. Ambas eram aplicadas indiscriminadamente em títulos, componentes e textos informativos. Com a atualização 7.1.1, esta inconsistência foi corrigida através da introdução da fonte GT Flexa, sendo utilizada de forma consistente em títulos e elementos de destaque. Pretendeu-se seguir esta abordagem no protótipo desenvolvido.

A figura 78 apresenta a hierarquia tipográfica, detalhando os elementos como nome da fonte, peso, tamanho e espaçamento entre letras. Foi observada uma variação significativa nas combinações de pesos, tamanhos e espaçamentos, evidenciando a necessidade de uma uniformização que garanta a consistência na comunicação visual.

Após a auditoria realizada, evidenciou-se a necessidade de uniformizar os estilos e proporções tipográficas ao longo da aplicação. Com base nesta análise, foi implementado um sistema de escalas proporcionais, adotado de forma a promover uma maior coerência visual em toda a interface. Estabeleceu-se, assim, uma escala progressiva de tamanhos – 84pt, 80pt, 72pt, 60pt, 48pt, 36pt, 30pt e 24pt – aplicando os maiores valores a títulos, subtítulos e elementos de destaque, e os menores a componentes, textos auxiliares e informações complementares. A adoção deste sistema apresenta várias vantagens. Em primeiro lugar, garante um layout harmonioso e equilibrado entre os diversos elementos textuais, facilitando a leitura e a navegação. Em segundo lugar, facilita a modularidade, permitindo o desenvolvimento de layouts e componentes reutilizáveis com maior eficiência.

Na figura 79, encontra-se uma aplicação desta abordagem: os tamanhos, pesos, famílias tipográficas e espaçamentos seguem a escala definida, garantindo um ritmo coeso e intuitivo ao longo da experiência do utilizador.

Como ilustrado na figura 79, no que diz respeito à aplicação da tipografia, foram definidas duas fontes principais para o sistema. Na versão 6.4.3 existiam as fontes Inter e

Montserrat, utilizadas indiscriminadamente. No desenvolvimento do protótipo, optou-se por integrar a fonte introduzida na versão 7.1.1, a GT Flexa, juntamente com a Montserrat. Esta escolha permitiu reduzir o número total de fontes e, consequentemente, limitar a quantidade de pesos tipográficos utilizados, promovendo uma maior consistência visual.

Para a GT Flexa foram definidos os pesos regular, *medium* e *bold*, enquanto que para a Montserrat foram escolhidos os pesos regular, *medium*, *semibold* e *bold*. Complementando esta uniformização, foi estabelecido um sistema proporcional de espaçamentos. Como analisado nas figuras anteriores, nomeadamente na figura 58 (Funcionalidade de escolha de lugares) e na figura 59 (Secção de extras), onde o espaçamento se revelou uma das críticas mais recorrentes, definiu-se uma escala de valores consistentes. A figura 80 apresenta essa escala, que orientou o dimensionamento dos componentes e dos espaçamentos aplicados durante a construção do protótipo, com exceção dos espaçamentos tipográficos.

Na figura 81, apresenta-se um exemplo da aplicação prática da escala de espaçamentos definida para o protótipo. Os componentes foram estruturados com base nessa lógica proporcional, garantindo uma interface hierárquica e de leitura intuitiva. No entanto, é importante destacar que alguns elementos não seguem rigorosamente esta escala. Isto ocorre, por exemplo, em botões cujas dimensões derivam diretamente do comprimento da palavra que contêm. Nestes casos, o espaçamento interno segue os valores da escala, mas o seu valor final resulta da soma desse espaçamento com o tamanho da fonte (em pixels).

Noutros casos, como ilustrado na imagem mais à direita da figura, este incumprimento deve-se à ocupação total da área útil por outros componentes. O espaço restante, como os 158px visíveis, não corresponde a um valor da escala, mas sim ao que sobra do *layout*.

A figura 81 procura representar padrões observados ao longo de toda a aplicação, apesar de estarem apenas retratados três ecrãs. As margens laterais seguem, de forma consistente na maioria dos casos, um espaçamento de 64px, de forma a garantir que ao segurar o dispositivo os dedos do utilizador não interfiram com os elementos da interface. Esse mesmo valor de 64px é aplicado entre a barra de notificações do sistema operativo e o título superior de cada ecrã (da aplicação).

1.3.2 Decisões de design

Começando pela página inicial, o foco caiu na ação principal de uma aplicação de bordo: a reserva de voos. Com isso, optou-se por destacar essa funcionalidade, reforçando a sua importância dentro da hierarquia visual da aplicação. A solução proposta respeita a estética minimalista introduzida na atualização 7.1.1, tirando partido das qualidades de ambas as versões anteriores (6.4.3 e 7.1.1). Na figura 82, a imagem 1 representa a nova proposta do protótipo, que combina o caráter funcional da versão 6.4.3, imagem 2, com a modernização visual da versão mais recente.

Desta forma, a funcionalidade de “Reservar voo” assume um maior destaque, enquanto se mantém o carrossel de sugestões (representado pela imagem do Funchal, na imagem 3) para reforçar o aspeto de personalização, como será explorado mais à frente. Optou-se também por separar o ícone de notificações do perfil do utilizador, promovendo uma navegação mais intuitiva e com menos passos até à informação desejada.

Já a imagem 3 apresenta a página inicial da versão 7.1.1 da app TAP. Esta é visualmente apelativa, mas sobrecarregada pelo carrossel de sugestões, que ocupa mais de metade da interface, desviando o foco da ação principal. Na imagem 4, a página inicial da aplicação da Ryanair apresenta demasiadas ações secundárias, que embora sejam bem hierarquizadas através da cor, criam ruído visual. Por fim, a imagem 5 retrata a aplicação da Emirates, onde o botão de reserva está ausente e a interface obriga o utilizador a procurar ativamente pela informação através de *scroll*.

Ainda na figura 82, nas imagens 1 e 3, destaca-se o componente de sugestões, ilustrado pela imagem de “Funchal”. Este componente foi redesenhado e renomeado como “Preferências”, de forma a antecipar o seu potencial para evoluir numa funcionalidade de personalização.

Enquanto nas versões anteriores os destinos apresentados eram genéricos, propõe-se uma abordagem mais centrada no utilizador. Então porque não, em vez de apresentar estes destinos turísticos aleatórios, mostrar localidades conforme os gostos de cada utilizador? Estas

preferências são moldadas através de um questionário de quatro perguntas que procura substituir as sugestões aleatórias por recomendações relevantes.

Na figura 83 apresenta-se o questionário que serve de base à personalização dos destinos turísticos sugeridos. O utilizador poderá optar por não responder, sendo que as recomendações surgirão de forma aleatória, como atualmente acontece na versão 7.1.1 da aplicação TAP.

Se o utilizador preencher o questionário, os destinos propostos passarão a refletir os seus interesses específicos. Estas respostas podem ser revistas ou atualizadas a qualquer momento, através da secção “Quiz”, acessível pela barra de navegação, dentro da opção “Mais”, seguida de “Definições”, conforme demonstrado na figura 84.

Além disso, o utilizador poderá guardar as sugestões recebidas e, a partir delas, reservar voos para os respetivos destinos, como representado na figura 85.

As recomendações apresentadas funcionam apenas como sugestões ilustrativas de destinos, sendo utilizadas para representar diferentes tipos de experiências turísticas. No caso do “Lago Moraine”, por exemplo, trata-se de um local simbólico escolhido para evocar um ambiente frio e campestre, como apresentado nas escolhas do questionário.

O próximo elemento a ser analisado é o menu deslizante localizado na barra de navegação inferior. A figura 86 apresenta uma ilustração do alcance da mão do utilizador num smartphone, o tipo de dispositivo ao qual esta aplicação se destina.

O desenho do menu foi inspirado pela procura de um fácil alcance manual por parte do utilizador, privilegiando a posição natural dos dedos e garantindo uma experiência de uso confortável e intuitiva, conforme representado na figura 84.

Na figura 87, apresenta-se uma comparação da funcionalidade “Mais” na barra de navegação de diferentes aplicações. Como se observa nas imagens 4, 5, 6 e 7, estas versões recorrem a menus extensos que obrigam o utilizador a fazer scroll para aceder a todas às opções disponíveis.

Com o objetivo de melhorar a usabilidade e otimizar o pouco espaço disponível, a opção foi compactar este menu no protótipo desenvolvido, destacando apenas as funcionalidades essenciais. Para isso, o menu foi estruturado em três áreas diferentes, ilustrado na imagem 3. A área superior agrupa as opções relacionadas com a conta do utilizador e do check-in; a área central concentra funcionalidades como o mapa de aeroportos (que redireciona para a funcionalidade de RA, abordada mais à frente), o estado dos voos e a localização de bagagem; por fim, a área inferior reúne as definições, o feedback e os serviços adicionais, que nas outras interfaces ocupavam grande parte do espaço. Estes últimos foram consolidados em dois botões diferentes, ambos direcionando ao mesmo ecrã, como visto na imagem 3.

Ainda na figura 87, destaca-se a melhoria na consistência visual dos ícones face às versões anteriores, nomeadamente nas imagens 4 e 5, onde se verificava tanto ícones preenchidos como ícones delineados, criando uma linguagem visual pouco uniforme.

No protótipo, optou-se por uma abordagem mais coerente, utilizando somente ícones preenchidos. Esta decisão alinha-se com uma intenção de uniformização da linguagem gráfica da aplicação, em alinhamento com a identidade visual da marca TAP. Assim, a escolha dos ícones preenchidos segue a mesma estética sólida utilizada no símbolo da TAP, como representado na figura 22. Relativamente às funcionalidades remodeladas no protótipo, começando pelo menu “Mais” abordado na figura 87, destaca-se a funcionalidade de Ajuda. Com a atualização para a versão 7.1.1, verificou-se um aumento significativo na quantidade de informação apresentada nesta secção, resultando numa experiência menos intuitiva.

No desenvolvimento do protótipo, procurou-se retomar a estrutura e a hierarquia visual da versão 6.4.3, ao mesmo tempo preservando a estética minimalista da versão 7.1.1. A versão 6.4.3 demonstrava não apenas uma aparência mais limpa e apelativa, como também uma abordagem funcional mais eficaz, ao compartimentar a informação em passos explícitos, em vez de a apresentar toda de uma vez, como acontece na versão mais recente. A figura 88 ilustra a remodelação desta funcionalidade, evidenciando a comparação entre as diferentes versões.

Quanto à funcionalidade de Feedback, como mencionado anteriormente, com a introdução da versão 7.1.1 esta foi descontinuada e substituída por um redirecionamento para plataformas externas. A versão 6.4.3, no entanto, permitia que os utilizadores partilhassem

opiniões e reportassem problemas diretamente na aplicação, proporcionando uma experiência mais integrada. Manter esta funcionalidade integrada na aplicação pode apresentar algumas vantagens, como incentivar feedback espontâneo e diminuir a dependência de fatores externos, como a velocidade da internet ou a estabilidade de serviços terceiros.

Assim, no protótipo, optou-se pela reintrodução e remodelação desta funcionalidade, preservando a usabilidade da versão 6.4.3, mas enquadrando-se na estética minimalista da versão 7.1.1. A figura 89 apresenta a comparação entre a versão 6.4.3 e a abordagem utilizada no protótipo.

Ainda dentro desta ótica de tornar as interações mais ágeis e intuitivas, como demonstrado nas funcionalidades anteriores, esta mesma abordagem foi aplicada no processo de criação de conta, como demonstrado na figura 90. Ao contrário da versão 6.4.3, que obrigava o utilizador a percorrer um ecrã com múltiplos campos e opções, o protótipo adotou uma metodologia de compartimentação consistente com o restante protótipo. Esta divisão do processo em passos contribui para uma navegação mais fluida e orientada, evitando sobrecarga visual e cognitiva. Em vez de apresentar todos os campos num único ecrã, cada etapa foca-se numa ação específica, aumentando a sensação de progresso.

A funcionalidade principal da aplicação – reservar voo – foi uma das mais afetadas pela falta de consistência nas versões anteriores. As figuras 91 a 94, expõem as partes mais importantes, em sequência, do processo de reserva de voo. Na figura 91, encontra-se a comparação entre a versão 7.1.1 e o protótipo. Observou-se que nesta fase inicial, a solução existente já se mostrava eficiente, sendo realizados poucos melhoramentos.

A figura 92 evidencia, no entanto, a interface da “parte externa da aplicação”, que apresentava um excesso de informação e uma estrutura pouco hierarquizada, prejudicando a navegação e a legibilidade. No protótipo, a interface foi reorganizada, removendo-se conteúdo menos importante e focando cada ecrã numa ação específica, proporcionando uma navegação mais limpa e compartimentada.

Na figura 93, relativamente ao Mapa de Lugares, como visto na figura 58, evidencia-se que na versão anterior apenas dois quintos do ecrã eram destinados a esta funcionalidade. Esta limitação compromete a legibilidade e a hierarquia visual, sendo que no protótipo optou-se por

remover os elementos redundantes e dar mais destaque ao mapa. Para além disto, a cada etapa desta interação, o utilizador é continuamente contextualizado sobre o próximo passo, através do botão “Continuar para voo de regresso” apresentado na parte inferior da interface.

Por último, na figura 94 são apresentados os passos finais da reserva. Enquanto a versão 7.1.1 expunha o utilizador a um processo visualmente mais carregado, onde os elementos estavam quase sobrepostos uns nos outros, o protótipo compartimentaliza cada ação, organizando a informação de forma progressiva e intuitiva. Como exemplo, a descrição detalhada do preço surge agora num componente deslizante, ao contrário de obrigar o utilizador a aceder a um ecrã separado, melhorando a fluidez e reduzindo o esforço de navegação, como visto na sexta imagem superior da figura.

Ainda relativamente às funcionalidades relacionadas com os voos, registou-se a remoção de mais uma interação considerada importante: a consulta do estado dos voos. Tal como aconteceu com a funcionalidade de feedback, esta também se apresentava como uma vantagem por estar integrada na própria aplicação, sem depender de plataformas externas. A sua remoção obriga o utilizador a aceder a links externos para verificar o estado do voo, ficando assim sujeito a fatores como a velocidade da internet ou a sua disponibilidade. Com isto em mente, decidiu-se reintegrar esta funcionalidade no protótipo, como ilustrado na figura 95.

Nas imagens 1 e 2, observa-se a solução atual (versão 7.1.1) que apenas permite a consulta do estado dos voos se o utilizador já tiver efetuado uma reserva. Já nas imagens 3, 4 e 5, é apresentada a abordagem da versão 6.4.3, que oferecia a consulta dos voos através de um componente original – a “bússola” – ausente nas outras aplicações.

Por último, nas imagens 6, 7, 8 e 9, apresenta-se a proposta desenvolvida para o protótipo: uma solução que combina as funcionalidades de “Meus Voos” (da versão 7.1.1) com a funcionalidade de “Estado de Voo” (reimaginada de acordo com a estética seguida no protótipo). Assim, mantêm-se duas interações importantes de forma acessível e perceptível, sendo que esta área é acedida através do botão “Voos”, disponível na barra de navegação.

No que diz respeito à barra de navegação, como se observa na figura 96, verifica-se várias versões entre as diferentes aplicações. Comparando as imagens 1 e 2, correspondentes às versões 6.4.3 e 7.1.1 da app TAP, respetivamente, notam-se não só diferenças nos termos

utilizados nos botões, como também na sua estrutura. Em ambas as versões, o botão de acesso à página inicial e o botão de “Check-in” estão presentes. O botão “Mais” também se mantém, alterando apenas o ícone para algo mais reconhecível, um menu hambúrguer.

As diferenças tornam-se mais explícitas na substituição do botão “Meus Voos” por “Reservar”, e do botão “Estado Voo” por “Viagens” na versão mais recente.

Considerando estas mudanças, no protótipo (imagem 1), optou-se por manter o botão “Check-in”, dada a sua importância, e combinar as funcionalidades de “Estado de Voo” e “Viagens” num único botão designado por “Voos”. Esta fusão pode ser observada na figura 95.

A barra de navegação desempenha um papel crucial: serve como um ponto de orientação contextual para o utilizador, permitindo-lhe sair de qualquer interação em que se encontre preso ou perdido. Também no protótipo, a barra assinala a área em que o utilizador se encontra, desde que esta pertença à barra de navegação, como demonstrado na figura 95.

Uma das funcionalidades mais relevantes deste projeto, como discutido na introdução, é a integração de RA com o objetivo de aumentar a eficiência e melhorar a experiência dos utilizadores dentro da aplicação. Esta tecnologia permite que os passageiros localizem portões, áreas de embarque e outros serviços de forma mais rápida e intuitiva, aumentando consequentemente a acessibilidade para passageiros com limitações motoras, visuais ou auditivas.

O desenvolvimento desta funcionalidade teve como ponto de partida a funcionalidade “Mapas do Aeroporto” da aplicação da Emirates. Através da combinação dos componentes desta funcionalidade com os recursos de RA, criou-se uma solução que melhora substancialmente a experiência de navegação do utilizador dentro de um espaço aeroportuário. A funcionalidade de “Mapas do Aeroporto” revelou-se uma mais-valia a adaptar para o protótipo. A disponibilização de mapas dos diferentes aeroportos não só melhora a experiência do utilizador dentro da aplicação, como também proporciona um ponto de orientação no próprio espaço aeroportuário.

O processo de desenvolvimento da funcionalidade de RA, consistiu em adaptar o funcionalismo da aplicação da Emirates à estética do protótipo, simplificando a interface através da remoção de elementos considerados desnecessários. A principal diferença entre as duas

aplicações, para além da integração da Realidade Aumentada, apresenta-se na transição de uma representação bidimensional para uma visualização quase isométrica do mapa, bem como na utilização de ícones personalizados para assinalar lojas e pontos de interesse.

No que respeita aos ícones, optou-se por utilizar os logótipos reais das lojas, em vez de ícones genéricos alinhados com a linguagem da marca, proporcionando uma representação mais intuitiva dos destinos. No entanto, para postos de controlo e outros serviços institucionais, foi necessário recorrer a ícones genéricos.

A funcionalidade de RA foi construída com base no princípio das vistas egocêntricas e exocêntricas, conforme descrito na revisão de literatura por Höllerer & Schmalstieg (2016). Na figura 97, na imagem 10, pode observar-se a aplicação destas duas perspetivas: a secção principal do ecrã, que capta o ambiente real, corresponde à vista egocêntrica (primeira pessoa), enquanto que a área inferior que apresenta o mapa do espaço em que o utilizador se encontra, assume a vista exocêntrica. A combinação destas duas perspetivas proporciona ao utilizador uma orientação constante, complementando as instruções contextuais da RA, com a visualização da sua localização atual.

Adicionalmente, como ilustrado na figura 98, foram implementados elementos como setas que assinalam a direção para a qual o utilizador está a olhar (imagem 9) e ícones de lojas e destinos, posicionados sobre o nome do destino atual, acompanhados de um indicador de distância (imagem 1). À medida que o utilizador avança, outros destinos visíveis no seu campo de visão são gradualmente sobrepostos no ecrã. Esta solução de sobreposição foi inspirada na funcionalidade de “Visualização 3D interativa do interior do avião”, como observado na imagem 5 da figura 97 e nas imagens da Figura 47.

Como ilustrado na figura 99, a última funcionalidade a abordar é a “Acessibilidade” – uma ferramenta que apesar de não estar disponível em nenhuma das três aplicações analisadas, apresenta-se como uma mais-valia, especialmente para utilizadores com limitações visuais, motoras ou auditivas.

Começando pelo botão de acessibilidade (imagens 1 e 2), este foi criado para cumprir o sétimo princípio heurístico: Flexibilidade e eficiência de uso, que defende a disponibilização de atalhos e personalizações para acelerar/melhorar a interação dos utilizadores. Uma vez ativado, o

botão permanece em hover, disponibilizando atalhos para as interações mais relevantes da aplicação, conforme mostrado na imagem 2. Caso o utilizador prefira, pode ainda personalizar esses atalhos, adaptando-os às suas necessidades, como ilustrado na imagem 5.

Para além desta funcionalidade, a aplicação oferece várias opções de acessibilidade que permitem adaptar a interface às necessidades de cada utilizador. Incluem-se funcionalidades como o TalkBack, correção de cor para daltónicos, texto em alto contraste para deficiências visuais, piscar de ecrã para notificações, para utilizadores com deficiências auditivas, e ajustes na sensibilidade ou no tempo de resposta ao premir botões, para limitações motoras.

Embora muitas destas opções existam nos sistemas operativos dos smartphones, nem sempre são compatíveis com as aplicações. Por este motivo, para garantir uma experiência mais inclusiva e eficaz, optou-se por integrar diretamente estas opções dentro da própria aplicação.

1.3.3 Avaliação Heurística

Após a execução do protótipo, foi realizada uma avaliação heurística para analisar a eficácia da proposta. A maioria dos aspetos já foram discutidos nas auditorias e nos subcapítulos anteriores – 1.3.1 Estabelecimento de bases visuais e 1.3.2 Decisões de design.

Aqui, serão destacados apenas os princípios heurísticos que passaram por maiores alterações: o segundo (Correspondência entre o sistema e o mundo real), com uma mudança no tom de voz; o sétimo (Flexibilidade e eficiência de uso), com funcionalidades de personalização; e o nono (Ajudar os utilizadores a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros), com melhorias nas mensagens de erro.

Relativamente ao segundo princípio, outro aspeto a destacar na transição das versões anteriores para o protótipo é a adaptação do tom de voz. Influenciado pela abordagem mais moderna e jovial da versão 7.1.1, a linguagem do protótipo foi adaptada para um tom mais coloquial. Como se observa na figura 100, esta escolha foi feita de forma a aproximar a interface do utilizador, alinhada, mais uma vez, com a estética jovem e vibrante que caracteriza o novo design.

No que diz respeito ao sétimo princípio heurístico, a figura 101 apresenta uma comparação entre as opções de atalho disponíveis na versão 7.1.1 e no protótipo. Nas imagens 1 e 2, observa-se que os únicos atalhos disponíveis são a funcionalidade de recomendações (imagem 1) e a barra de navegação principal. No protótipo, procurou-se reforçar este princípio através da introdução de um “botão de acessibilidade”, que disponibiliza atalhos adicionais, tanto através de toques, como por gestos (imagens 4 e 5).

No que toca à personalização, a versão 7.1.1 não oferece qualquer tipo de opção nesse sentido. No protótipo, introduziram-se várias funcionalidades: um questionário inicial que permite personalizar as recomendações feitas pela aplicação; a possibilidade de guardar e reservar destinos com base nas preferências indicadas; e ainda a personalização dos atalhos disponíveis no “botão de acessibilidade” – como demonstrado na figura 102.

Por último, relativamente ao nono princípio, embora a versão 7.1.1 apresente mensagens de erro adequadas, no protótipo optou-se por tornar estas mensagens mais construtivas. Para além de alertarem o erro, passaram a oferecer sugestões simples e imediatas para a sua resolução – imagens 5 a 8, na figura 103.

1.4 Testes de Usabilidade¹⁴

Os testes de usabilidade foram realizados com o objetivo de avaliar a eficácia e navegabilidade do protótipo desenvolvido no Figma¹⁵. Estes dividiram-se em testes remotos não moderados e testes presenciais moderados, recorrendo-se ao uso da plataforma Useberry devido a limitações técnicas da Maze. No total, foram realizados 23 testes remotos e 2 presenciais, apresentando participantes com perfis bastante diversificados. Os testes permitiram recolher dados quantitativos, – principalmente, cliques e taxa de sucesso – e qualitativos – comentários e observações – proporcionando uma análise completa da experiência do utilizador.

1.4.1 Perfil dos Participantes

Participaram 25 utilizadores com idades entre 18 e 54 anos, maioritariamente portugueses. A maioria tinha licenciatura ou mestrado, experiência avançada com tecnologia e já tinham utilizado aplicações de companhias aéreas, relatando dificuldades comuns como comparar voos e navegar em menus confusos. Dez destes 25 participantes, tinham ligação à área de design, proporcionando um *feedback* mais focado em aspetos relativos a esta área. As tarefas testadas incluíram preencher e editar um questionário, reservar um voo, consultar o estado de um voo e utilizar a funcionalidade de mapas do aeroporto com RA.

1.4.2 Testes Remotos não Moderados

Os testes remotos revelaram dificuldades principalmente na Tarefa 1 devido à localização pouco intuitiva da opção de edição do questionário. Estas dificuldades observaram-se devido à estrutura e redação das tarefas, que causaram confusão, especialmente entre reservar um voo e consultar o seu estado. Relativamente à quarta tarefa, a funcionalidade de mapas teve um bom desempenho, com pequenas confusões devido à apresentação inicial do Burger King em vez do Heineken Grand Cafe.

¹⁴ Para uma análise mais aprofundada dos conteúdos abordados entre os capítulos 1.4 e 2.1.5, recomenda-se a consulta dos Apêndices 2 e 3 (página 179 e 210, respectivamente).

¹⁵ O link apresentado nesta nota corresponde à primeira versão do protótipo testado na plataforma Useberry, em análise neste capítulo:  Figma

Através dos dados recolhidos com base nos erros e confusões, as tarefas foram reformuladas na segunda iteração¹⁶ para refletir os comportamentos reais dos utilizadores – neste caso, a escolha dos mesmos de reservar um voo em vez de editar o questionário (como indicava a tarefa 1).

1.4.2.1 Análise comparativa das duas iterações

Na segunda iteração, ajustou-se a ordem e a redação das tarefas, o que resultou numa experiência mais fluida e intuitiva, com apenas uma desistência ao longo das quatro tarefas. Apesar das melhorias, a edição do questionário continuou a ser um ponto crítico, com um elevado número de cliques em alguns casos.

A funcionalidade de consulta ao estado do voo foi também reposicionada para melhor corresponder às expectativas dos utilizadores. Depois de uma análise comparativa, registou-se que as reformulações textuais e organizacionais das tarefas, contribuíram significativamente para a melhoria no desempenho a um nível geral independentemente da presença de profissionais da área.

1.4.3 Performance dos Participantes nas Tarefas

A análise centrou-se no número de cliques realizados, por se revelar uma métrica mais fiável e precisa em contexto remoto do que o tempo de execução. Esta decisão deve-se ao facto de, durante os testes, os utilizadores encontrarem-se por vezes distraídos – como observado nas gravações de ecrã da plataforma Useberry – interrompendo momentaneamente a interação e retomando-a segundos ou até minutos mais tarde. Na primeira iteração, a média de cliques foi elevada e refletiu dificuldades, especialmente na edição do questionário. Na segunda iteração, as médias diminuíram, com destaque para a melhoria nas tarefas de consulta de voo e uso dos mapas. Ainda assim, a edição do questionário manteve níveis elevados de cliques, demonstrando

¹⁶ O link apresentado nesta nota corresponde à segunda versão do protótipo testado na plataforma Useberry, em análise neste capítulo, desenvolvida em Figma:  Figma. Para uma análise em maior detalhe, consultar o Apêndice 2 (a partir da página 190).

necessidade de melhorias adicionais. A presença de profissionais do design contribuiu para resultados mais eficazes, mas os dados mostraram que a reformulação das tarefas foi o fator determinante para o melhor desempenho.

1.4.4 Testes Presenciais Moderados¹⁷

Através de dois testes presenciais, foram observadas dificuldades na compreensão dos tutoriais e falta de *feedback* visual nas interações, como na escolha de lugares e nas tarifas com nomes semelhantes. A edição do questionário mostrou-se novamente pouco intuitiva.

A funcionalidade de mapas foi bem recebida, embora tenha sido sugerida a inclusão de um indicador de localização atual para uma melhor contextualização do lugar físico do utilizador – conforme a tarefa indicava. De modo geral, os testes presenciais ofereceram *insights* valiosos para melhorar o protótipo.

2. Segunda Iteração do Protótipo¹⁸

A segunda iteração teve como objetivo corrigir as dificuldades detetadas na primeira fase, mantendo a eficiência geral do protótipo e otimizando pontos problemáticos de acordo com o *feedback* proporcionado pelos participantes.

2.1 Melhorias a Implementar

2.1.1 Editar o Questionário

Esta funcionalidade foi a mais criticada; sendo assim foi melhorada por ser pouco visível para os utilizadores. A introdução de um botão de “Editar” mais acessível na página inicial facilita a sua localização e acessibilidade.

¹⁷ Para uma análise em maior detalhe, consultar o Apêndice 2 (a partir da página 195).

¹⁸ O link apresentado nesta nota corresponde à versão do protótipo ajustada após o feedback dos utilizadores, também testada na plataforma Useberry, em análise neste capítulo:  Figma. Para uma análise em maior detalhe, consultar o Apêndice 2 (a partir da página 199).

2.1.2 Funcionalidade ‘Mapas do aeroporto/RA’

Corrigiu-se uma incoerência entre o nome da loja exibido e o destino esperado, acrescentando uma indicação de localização para uma melhor contextualização da funcionalidade. Para melhorar a visibilidade da funcionalidade de RA, o botão “Ver em AR” foi reposicionado para o centro da interface, destacando-se dos restantes elementos, como sugerido pelo utilizador 5.

2.1.3 Destaque das Próximas Opções

Relativamente ao destaque das próximas opções, foi introduzido um novo sistema de títulos na parte superior da interface, contextualizando a ação em curso, em vez de usar apenas negrito como sugerido pelos utilizadores no questionário. Também se usou cores contrastantes nos botões, e em alguns casos, um efeito de *hotspot* para guiar a atenção do utilizador de forma subtil.

2.1.4 Menu de Ajuda no Campo das Reservas

Quanto ao menu de ajuda nas reservas, mesmo sendo uma sugestão isolada do utilizador 3, foi considerado relevante. Consequentemente, foi adicionado um botão flutuante de assistência e um botão “Sobre o voo”, oferecendo um maior suporte contextual sem comprometer a experiência geral do resto dos utilizadores. A partir destes dois botões, os utilizadores conseguem obter informações relativas a códigos promocionais, regras de bagagem, diferenças entre classes e tarifas, confirmação e gestão da reserva, escolha de lugares, etc.

2.1.5 Reformulação Textual

Por fim, procedeu-se à reformulação textual de várias secções da interface. As tarifas passaram a ter nomes mais distinguíveis (Básica, Eco, Confort), e os títulos das etapas foram reformulados para indicar diretamente a tarefa em curso. Por último, o botão “Voltar” também foi redesenhado, tornando-se maior (e mais visível), agora sob a forma de um ícone.

Capítulo III – Conclusão

1. Considerações finais

Este projeto teve como objetivo principal melhorar a experiência de navegação nos aeroportos através da reformulação da aplicação móvel da TAP. Para isso, incorporou-se uma funcionalidade de orientação por Realidade Aumentada (RA) e os princípios de um sistema de design. O processo começou com a recolha e análise comparativa de capturas de ecrã de três aplicações móveis – TAP, Ryanair e Emirates – escolhidas com base na diversidade gráfica e funcional proporcionada pelos seus segmentos de mercado, o que permitiu observar diferentes níveis de investimento e qualidade nas mesmas. A comparação visava compreender, por exemplo, as diferenças entre uma aplicação de uma companhia de luxo como a Emirates e uma de baixo custo como a Ryanair.

Assim, a app da TAP foi identificada como a mais incompleta entre as analisadas, o que reforçou a escolha como ponto de partida, especialmente por ser uma companhia nacional. Embora a intenção inicial fosse começar a reestruturação a partir da versão 6.4.3 da aplicação, optou-se por utilizar a versão mais atual (7.1.1) por esta apresentar uma base visual mais moderna, apesar de ainda conter falhas e incoerências. O objetivo foi, então, criar uma solução mais intuitiva, inclusiva e coerente, capaz de facilitar a navegação em espaços complexos como os aeroportos.

O projeto foi desenvolvido em várias fases. A primeira foi dedicada à pesquisa teórica sobre sistemas de design e RA, recolhendo dados sobre o enquadramento técnico e histórico destes temas principais para a proposta. Na segunda fase, seguiu-se uma auditoria comparativa das aplicações analisadas, com recurso a análises SWOT e gráficos que ajudaram a identificar boas práticas e potenciais falhas nas interfaces.

Na terceira fase, iniciou-se o redesenho da aplicação TAP com base numa nova linguagem visual mais alinhada com a identidade da marca. A partir dos princípios estabelecidos durante a revisão de literatura, focou-se na criação e reutilização de componentes, promovendo assim a consistência visual ao longo de toda a interface. Procurou-se também integrar novas funcionalidades, como mapas interativos com RA, opções de acessibilidade, um questionário

inicial e recomendações de destinos personalizadas. Além disso, reintegraram-se funcionalidades úteis que tinham sido removidas da versão anterior, como o estado dos voos, *feedback* dos utilizadores e duas secções de ajuda reformuladas e mais intuitivas – uma presente no menu “Mais” e a outra na funcionalidade de reserva de voo.

A quarta fase envolveu testes de usabilidade com 25 participantes, que realizaram quatro tarefas específicas. Os primeiros testes revelaram dificuldades de compreensão nas instruções do questionário, apresentando cerca de 12 desistências, criando a necessidade de reformulações textuais e na ordem das tarefas. Consequentemente, a segunda iteração resultou em melhorias notáveis: houve menos erros, maior fluidez na execução das tarefas e apenas uma desistência. A percepção geral dos utilizadores sobre o novo design foi bastante positiva.

Estes testes forneceram dados quantitativos e qualitativos importantes para a melhoria do protótipo. Embora os testes remotos não moderados tenham oferecido resultados quantitativos importantes, os testes presenciais *think aloud*, ainda que realizados por apenas dois participantes, permitiram um olhar mais detalhado sobre a experiência de navegação. A integração da RA destacou-se como uma solução promissora, com um elevado potencial para tornar a experiência aeroportuária mais imersiva, acessível e personalizada.

2. Respostas às questões de investigação

Este projeto responde de forma direta às questões de investigação propostas, demonstrando como a integração da Realidade Aumentada (RA) e a aplicação de uma metodologia de sistema de design consistente podem transformar significativamente a experiência de navegação em ambientes aeroportuários.

A primeira questão – *De que forma a implementação da tecnologia de RA na aplicação móvel da TAP pode melhorar a experiência do utilizador no sistema de orientação aeroportuário?* – é respondida com a introdução da funcionalidade de RA como um complemento aos sistemas de orientação já existentes. Esta funcionalidade facilita a navegação reduzindo a ansiedade e o tempo de deslocação. Segundo os questionários realizados, 24

utilizadores consideraram que a RA tornaria a experiência no aeroporto mais agradável e eficiente. Além disso, por ser acessível através de dispositivos móveis modernos, a RA também contribui para a inclusão de pessoas com limitações visuais, cognitivas ou motoras.

A segunda e terceira questão – *De que forma os princípios que orientam a construção de um Sistema de Design podem contribuir para a uniformidade visual e funcional da aplicação móvel da TAP, assegurando coerência nas diversas interações do utilizador?* e; *De que forma a aplicação destes princípios pode melhorar a usabilidade e a experiência do utilizador, mesmo sem a implementação de um sistema completo?* – são abordadas através da reorganização da aplicação com base nos princípios de design atómico Frost (2016) e Couldwell (2020). Estas abordagens modulares permitem a reutilização de componentes, garantindo consistência na apresentação e interação, reduzindo a carga cognitiva e melhorando a eficiência das ações.

A aplicação prática destes princípios foi confirmada nos testes de usabilidade: 24 utilizadores aprovaram o design do protótipo, e 22 consideraram que este facilitaria a navegação nos aeroportos. A segunda iteração do protótipo destacou-se portanto, com menos erros e maior rapidez na realização de tarefas.

Assim, o projeto cumpre o objetivo principal: melhorar a experiência de navegação nos aeroportos através de uma aplicação reformulada e da integração de RA. Ao aliar uma estrutura visual coerente com esta funcionalidade inovadora, oferece uma proposta holística, centrada no utilizador e com um forte potencial de implementação.

Em conclusão, esta investigação apresenta uma solução atual e bem fundamentada para melhorar o fluxo dos passageiros em contextos aeroportuários, promovendo assim uma experiência mais intuitiva, eficiente, inclusiva e conectada dentro deste contexto.

3. Limitações

Uma das principais limitações deste projeto foi a ausência de contacto direto com a equipa responsável pela mais recente versão da aplicação da TAP, especialmente os designers da versão 7.1.1. Esta falta de comunicação impediu o acesso a informações relevantes que poderiam ter enriquecido o desenvolvimento do protótipo e contribuído para uma resposta mais precisa à problemática estudada.

Apesar disto, foi possível recolher *feedback* valioso de sete profissionais da área do design, cujas perspetivas ajudaram a avaliar e validar algumas das soluções apresentadas. Ainda assim, o contacto direto com os responsáveis pela app teria permitido compreender melhor os critérios utilizados na definição da identidade visual, das funcionalidades incluídas e da organização dos conteúdos. O contacto com os mesmos teria permitido compreender melhor os critérios utilizados na definição da identidade visual, nas funcionalidades utilizadas e na organização dos conteúdos da aplicação atual. Esta ausência de diálogo limitou também a possibilidade de estabelecer uma ponte entre o projeto académico e a realidade prática da empresa.

Bibliografia

Aeroportos de Portugal. (s.d.). Our airports. <https://www.ana.pt/en/business/airlines/our-airports>

Arthur, P., & Passini, R. (1992). *Wayfinding: People, Signs, and Architecture*. McGraw-Hill, Inc.

Behance. (2016, março 24). Ryanair Design Centre. Behance.

<https://www.behance.net/gallery/34224289/Ryanair-Design-Centre>

Bolter, J. & Grusin, R. (2000). *Remediation: Understanding New Media* (1.^a ed.). MIT Press.

Brunner, R., Emery, S. & Hall, R. (2008). *Do You Matter? How Great Design Will Make People Love Your Company* (1.^a ed.). FT press.

Burigat, S., & Chittaro, L. (2007). Navigation in 3D virtual environments: Effects of user experience and location-pointing navigation aids. *International Journal of Human-Computer Studies*, 65(11), 945-958. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2007.07.003>

Büro für Gestaltung Frank Abele. (2018, abril 13). Cape Town Stadium, Cape Town, South Africa . <https://www.bfgest.de/en/2018/04/13/cape-town-stadium-cape-town-south-africa/>

Callahan, B. (2012). *Responsive Design*. Smashing Media GmbH.

Calori, C., & Vanden-Eynden, D. (2015). *Signage and wayfinding design: A Complete Guide to Creating Environmental Graphic Design Systems* (2.^a ed.). Wiley.

Chowdhury, A., & Shil, N. C. (2021). Thinking “qualitative” through a case study: Homework for a researcher. *American Journal of Qualitative Research*, 5(2), 190–210. <https://doi.org/10.29333/ajqr/11280>

Couldwell, A. (2020). *Laying The Foundations: How to Design Websites and Products Systematically*. Owl Studios.

David Robustelli. (2019, março 12). Rembrandy Reality AR portal app. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=TSa9ydgH8Ec>

Frost, B. (2016). Atomic Design. Brad Frost.

Furness, T. (2024, junho 20). We Need a Super Cockpit for the Mind (History Talk) By Tom Furness [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=zQK2tT5XGvM>

Gibson, D. (2009). The wayfinding handbook: Information Design for Public Places. Princeton Architectural Press.

Goodman, D., Morrison, M., Novitski, P., & Rayl, T. (2010). JavaScript Bible (7.^a ed.). Wiley.

Google. (2024). Google Maps. <https://www.google.com/maps>

Grannell, C. (2007). The Essential Guide to CSS and HTML Web Design (1.^a ed.). Apress.

Höllerer, T. & Schmalstieg, D. (2016). Augmented Reality: Principles and Practice (1.^a ed.). Addison-Wesley Professional.

Kling, B., & Krüger, T. (2013). Signage: spatial orientation (1.^a ed.). DETAIL.

Lynch, K. (1989). A Imagem Da Cidade (M. Afonso, Trad.). Edições 70. (Publicado originalmente em 1960)

Mann, S. (2001). Intelligent image processing (1.^a ed.). Wiley-IEEE Press.

Marcotte, E. (2011). Responsive Web Design. A Book Apart.

McNeil, P. (2013). The Web Designer's Idea Book, Volume 3: Inspiration from Today's Best Web Design Trends, Themes and Styles. HOW Books.

Mealy, P. (2018). Virtual & Augmented Reality For Dummies. Wiley.

- Mendes, A. (2025a, maio 14). Teste de usabilidade do protótipo - Utilizador 13 [Smartphone, através de Gravador de ecrã para Patrícia Costa].
- Mendes, A. (2025b, maio 20). Teste de usabilidade do protótipo - Utilizador 24 [Smartphone, através de Gravador de ecrã para Francisco Mendes].
- Mendoza, A. (2013). *Mobile User Experience: Patterns to Make Sense of it All* (1.^a ed.). Morgan Kaufmann.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1995). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In H. Das (Ed.), *Telemanipulator and Telepresence Technologies* (Vol. 2351, pp. 282-292). SPIE.
<https://doi.org/10.1117/12.197321>
- Möhring, M., Lessig, C., & Bimber, O. (2004). Video See-Through and Optical Tracking with Consumer Cell Phones. In R. Barzel (Ed.), *SIGGRAPH '04: ACM SIGGRAPH 2004 Sketches* (p. 107). Association for Computing Machinery.
<https://doi.org/10.1145/1186223.1186357>
- Moniteurs. (2020). Orientation System Terminal - Berlin Brandenburg Airport. Moniteurs.
<https://www.moniteurs.de/projekte/orientation-system-terminal-flughafen-berlin-brandenburg/>
- Mulloni, A., Seichter, H., & Schmalstieg, D. (2011). Handheld augmented reality indoor navigation with activity-based instructions. *MobileHCI '11: Proceedings of the 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services* (pp. 211- 220). Association for Computing Machinery.
<https://doi.org/10.1145/2037373.2037406>
- Nee, A., & Ong, S. (2023). *Springer Handbook of Augmented Reality* (1.^a ed.). Springer Cham.
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-67822-7>

- Neges, H.-M., Koch, C., König, M. & Abramovici, M. (2017). Combining visual natural markers and IMU for improved AR based indoor navigation. *Advanced Engineering Informatics*, 31, 18-31. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2015.10.005>
- Nehl, H., & Schlaich, S. (2024). *Airport Wayfinding* (2.^a ed.). Niggli.
- Nielsen Norman Group. (2024, janeiro 30). 10 Heuristics for User Interface Design. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- Papagiannis, H. (2017). *Augmented Human: How Technology Is Shaping the New Reality* (1.^a ed.). O'Reilly Media.
- Rekimoto, J. (1997). Navicam: A magnifying glass approach to augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 399-412. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.399>
- Rekimoto, J., & Ayatsuka, Y. (2000). CyberCode: Designing augmented reality environments with visual tags. *DARE '00: Proceedings of DARE 2000 on Designing Augmented Reality Environments*, 1–10.
- Rekimoto, J., & Nagao, K. (s.d.). *The World through the Computer: Computer Augmented Interaction with Real World Environments*. Sony Computer Science Laboratories, Inc. Acedida a 23 de janeiro, 2024, a partir de <https://www2.sonycsll.co.jp/person/rekimoto/uist95/uist95.html>
- Schinke, T., Henze, N., & Boll, S. (2010). Visualization of off-screen objects in mobile augmented reality. *MobileHCI '10: 12th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services* (pp. 313-316). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/1851600.1851655>
- Schmalstieg, D., & Wagner, D. (2003). First steps towards handheld augmented reality. *7th International Symposium On Wearable Computers, Iswc 2003* (pp. 127-135). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISWC.2003.1241402>

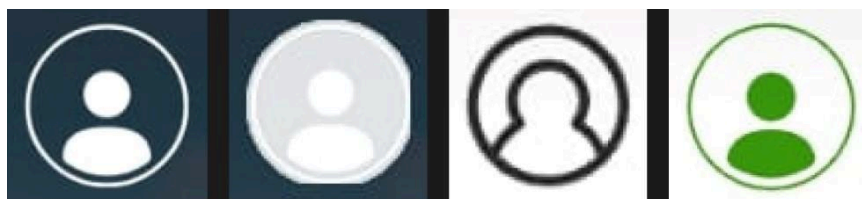
- Slade-Brooking, C. (2016). *Creating a Brand Identity: A Guide for Designers* (1.^a ed.). Laurence King Publishing.
- Soar, D. (2020, abril 4). *Short Cuts: Built from Light*. London Review of Books.
<https://www.lrb.co.uk/the-paper/v42/n08/daniel-soar/short-cuts>
- Soler, L., Nicolau, S., Pessaux, P., Mutter, D., & Marescaux, J. (2014). Real-time 3D image reconstruction guidance in liver resection surgery. *HepatoBiliary Surgery and Nutrition*, 3(2), 73–81. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2304-3881.2014.02.03>
- Tidwell, J., Brewer, C., & Valencia, A. (2020). *Designing Interfaces: Patterns for Effective Interaction Design* (3.^a ed.). O'Reilly Media.
- Wathan, A., & Schoger, S. (2018). *Refactoring UI*. <https://refactoringui.com>
- Wearable Computer Lab. (s.d). *ARQuake: Interactive Outdoor Augmented Reality Collaboration System*. Tinmith Augmented Reality Project- ARQuake. <https://www.tinmith.net/arquake/>
- Wiener, J., Büchner, S., & Hölscher, C. (2009). Taxonomy of human wayfinding tasks: A knowledge-based approach. *Spatial Cognition and Computation*, 9(2), 152–165.
<https://doi.org/10.1080/13875860902906496>
- Voon, C. (2017, outubro 3). *The Augmented Banality of Jeff Koons Sculptures in Snapchat*. Hyperallergic. <https://hyperallergic.com/403768/jeff-koons-snapchat-augmented-reality/>
- Woods, P. J. (2005). *Successful writing for qualitative researchers*. (2nd ed.). Routledge.
- Wu, Q., Li, Y., She, Y., Liu, F., Luo, Y. & Yang, X. (2022). Bridging Virtual and Reality in Mobile Augmented Reality Applications to Promote Immersive Experience. *International Conference on Advanced Visual Interfaces* (pp. 1-5).
<https://doi.org/10.1145/3531073.3531122>
- Yablonski, J. (2020). *Laws of UX: Using Psychology to Design Better Products & Services*. O'Reilly Media.

Anexos

Anexo 1 - Figuras do Capítulo II – Parte Prática

Figura 13

Destaque dos Ícones de perfil



Nota. As diferentes variações do mesmo ícone dentro da mesma app TAP.

Figura 14

Ícones de perfil em diferentes ecrãs

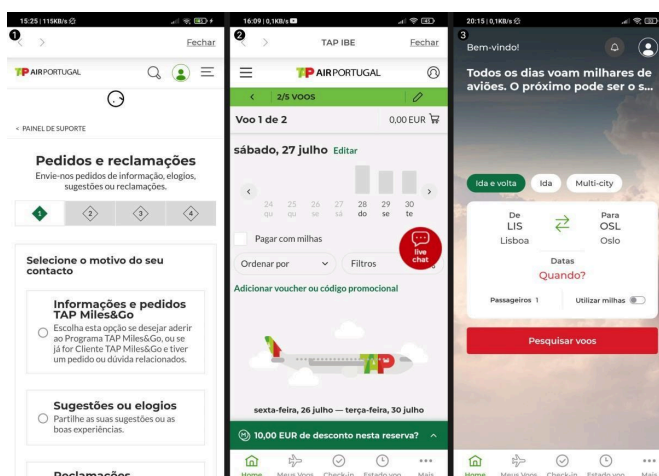


Figura 15

Botão *Toggle* no componente lista telefónica

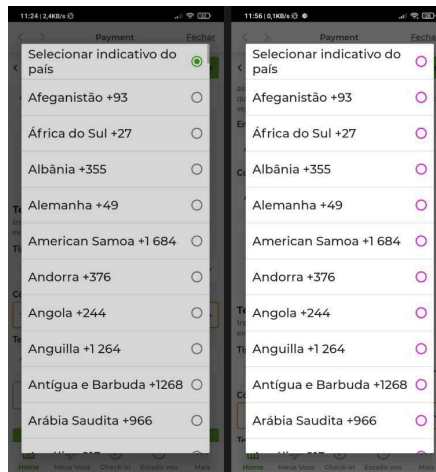


Figura 16

Caixas de texto em diferentes ecrãs

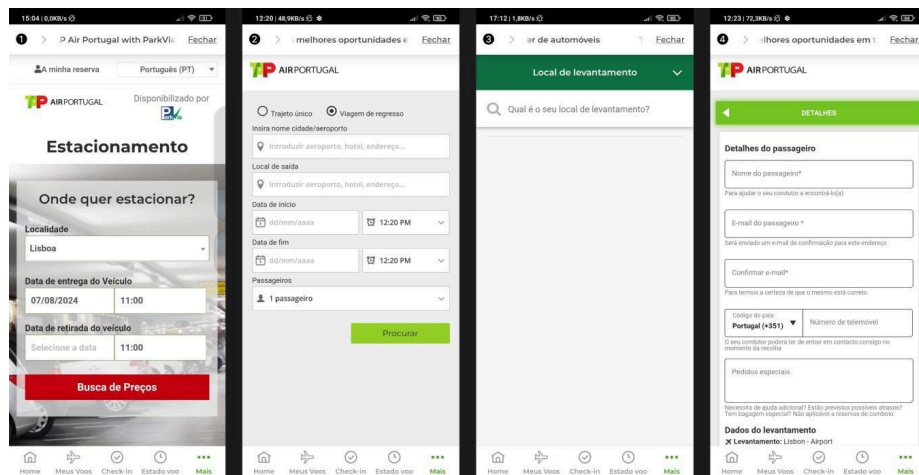


Figura 17

Cores e caixas de texto em diferentes ecrãs

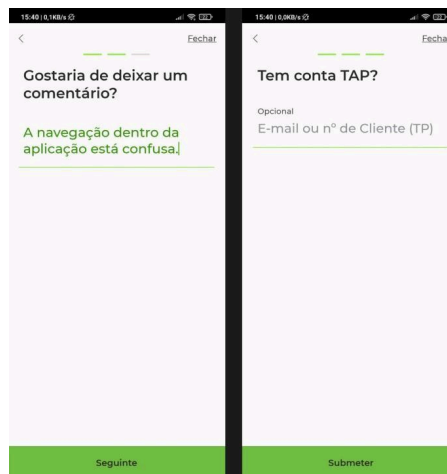


Figura 18

Diferentes botões em diferentes ecrãs

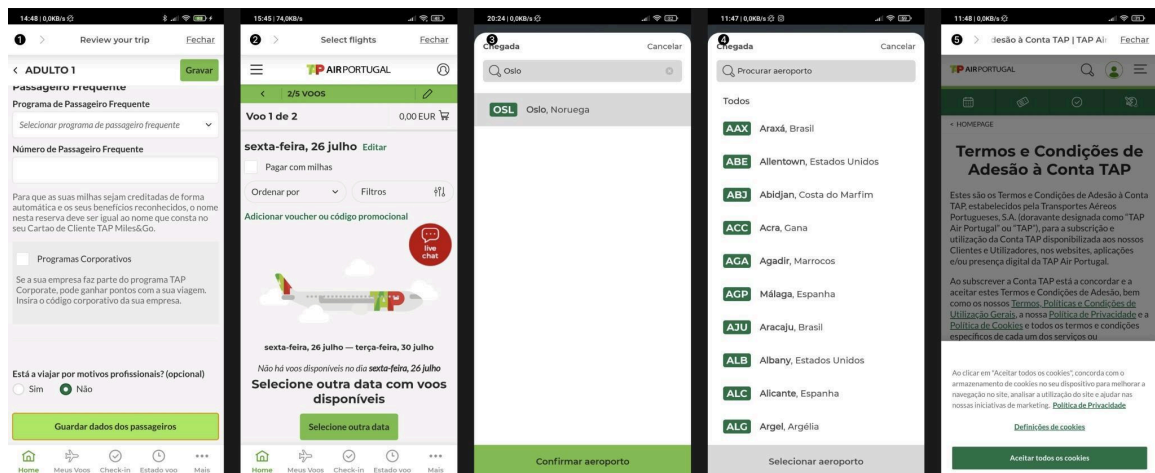


Figura 19

Elementos sobrepostos em diferentes ecrãs

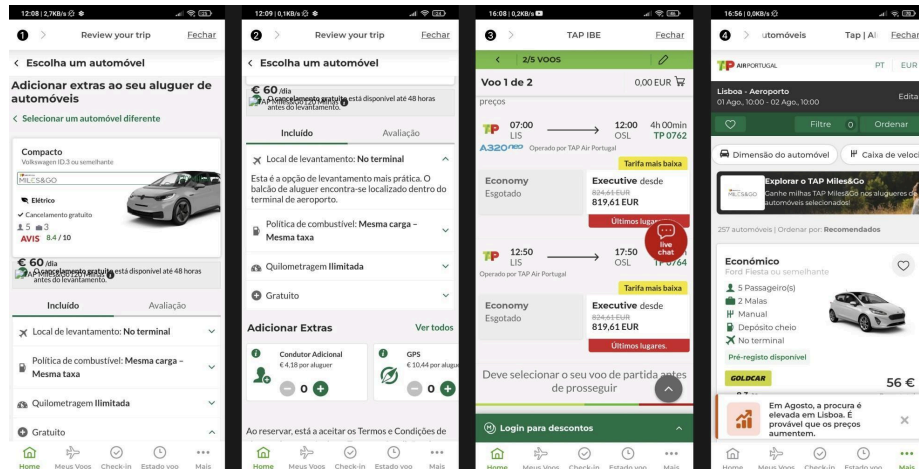


Figura 20

Pattern calendário em diferentes ecrãs

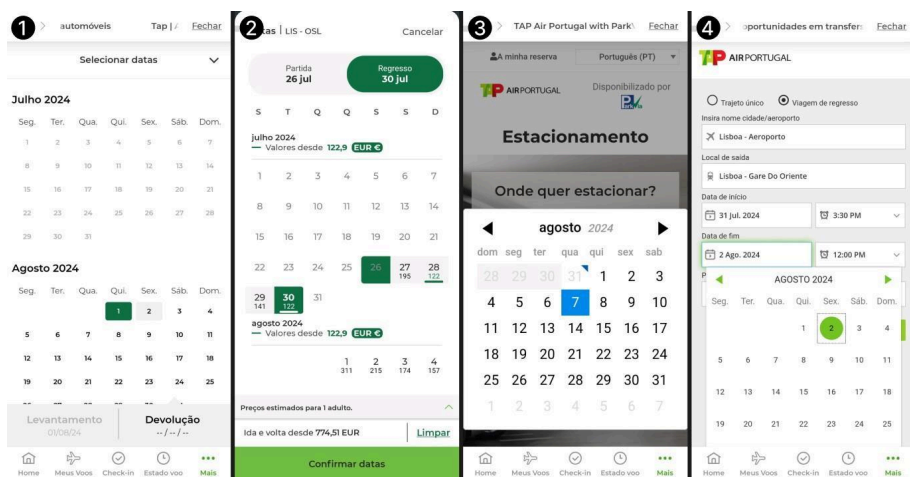


Figura 21

Seleção da data de voo

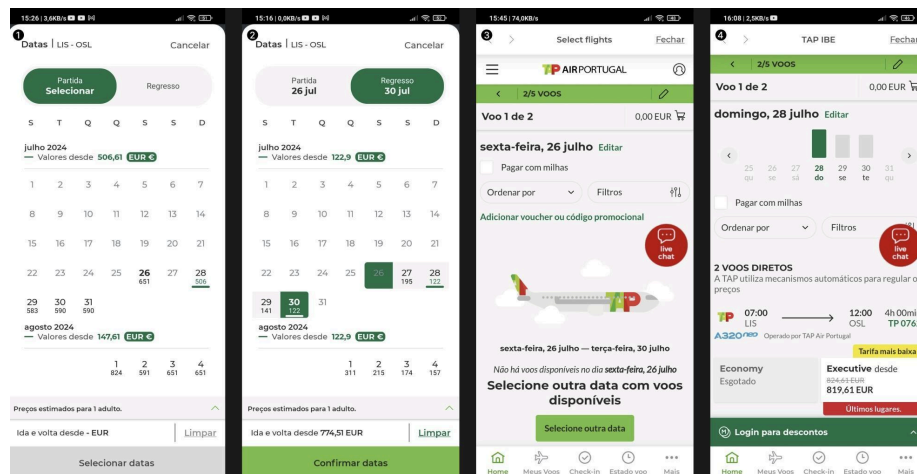


Figura 22

Marca gráfica da TAP



Nota. À esquerda, o símbolo; à direita, o logotipo.

Figura 23

Cores recolhidas na auditoria da app TAP (6.4.3)

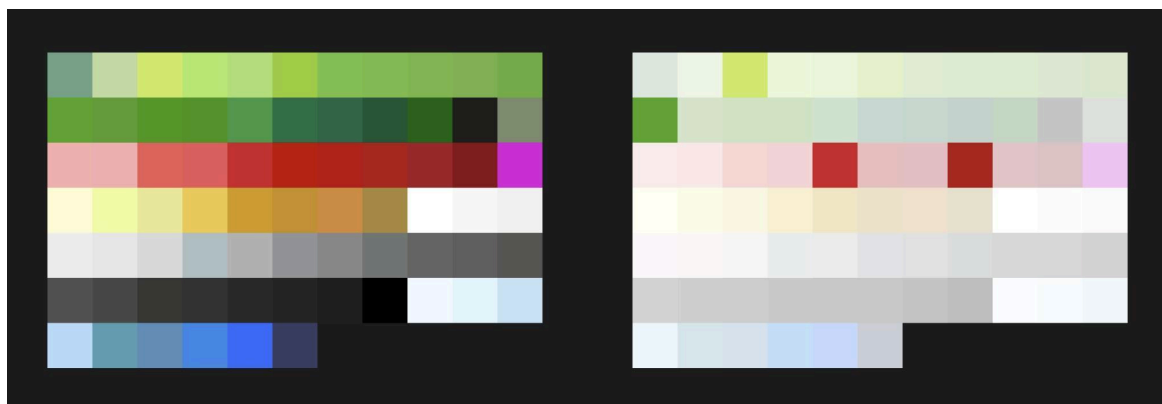


Figura 24

Comparação de cores da auditoria da app e da identidade visual da TAP

#BFD730	#46A41A	#ED1C24	#BA141A
#CFEA5D	#46A41A	#D81C2A	#BA141A

Nota. Em cima, as cores oficiais da TAP; em baixo, as cores encontradas na auditoria da app.

Figura 25

Comparação de cores entre diferentes ecrãs

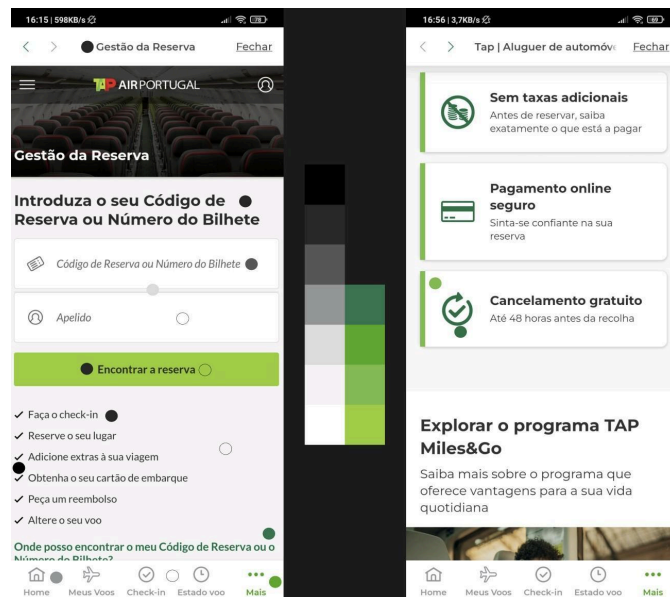


Figura 26

Comparação de ilustrações entre diferentes ecrãs

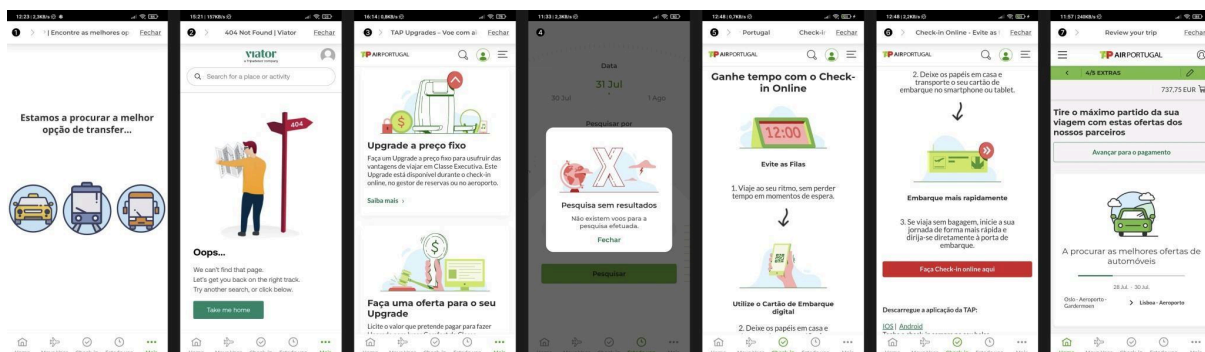
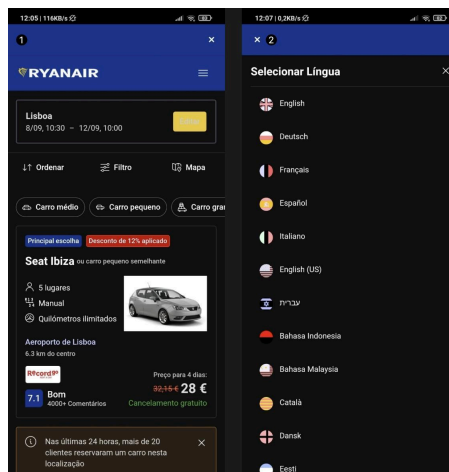


Figura 28

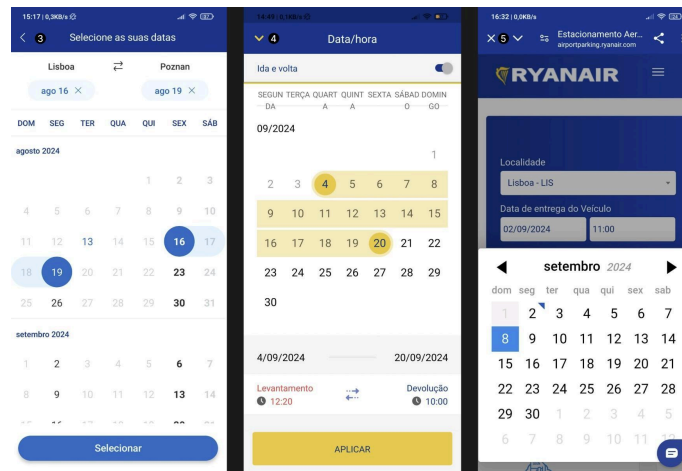
Problemas de adaptação com o modo de claridade do dispositivo



Nota. Na imagem 1, observa-se que o *placeholder* do carro não se integra com o fundo da aplicação; Na imagem 2, as bandeiras têm as cores invertidas em relação às originais – por exemplo, o vermelho foi trocado por azul, na bandeira da França e Inglaterra.

Figura 29

Inconsistências com o pattern do calendário Ryanair



Nota. Existe mais do que uma versão do calendário, apresentando também o mesmo problema de seleção de datas que a aplicação da TAP. Este problema resume-se nas inconsistências visuais que dificultam a leitura da disponibilidade de voos.

Figura 30

Problemas de redirecionamento

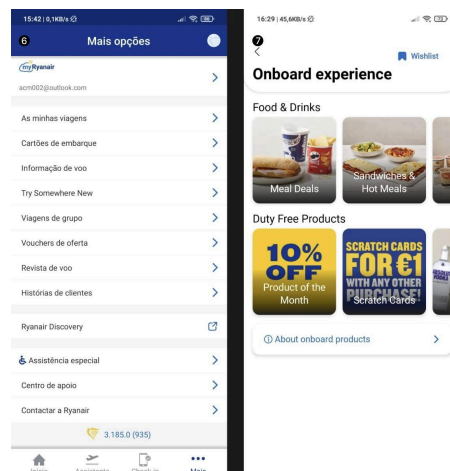


Figura 31

Problema de intuitividade na reserva do voo

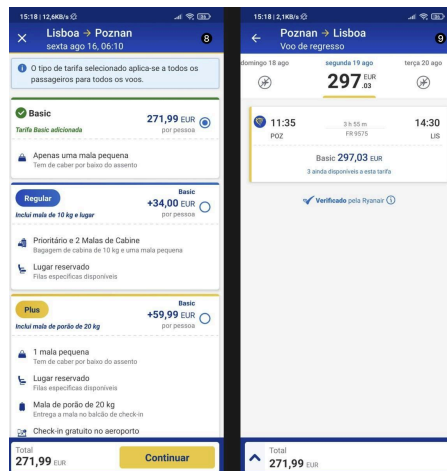


Figura 32

Comparação do design das duas aplicações

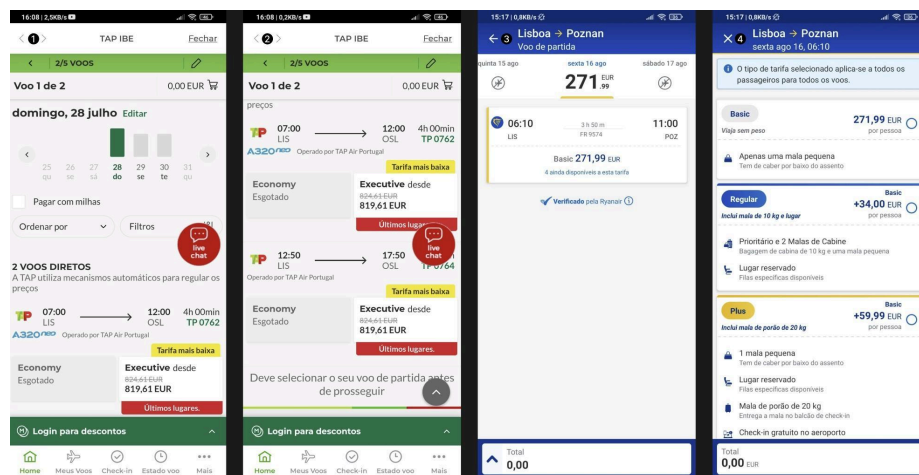


Figura 33

Comparação da navegabilidade das duas aplicações

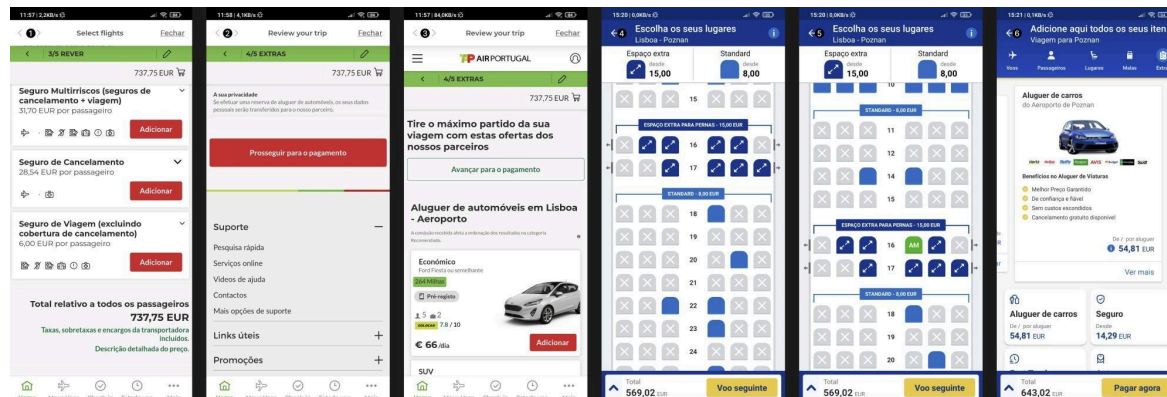


Figura 34

Comparação do calendário das duas aplicações

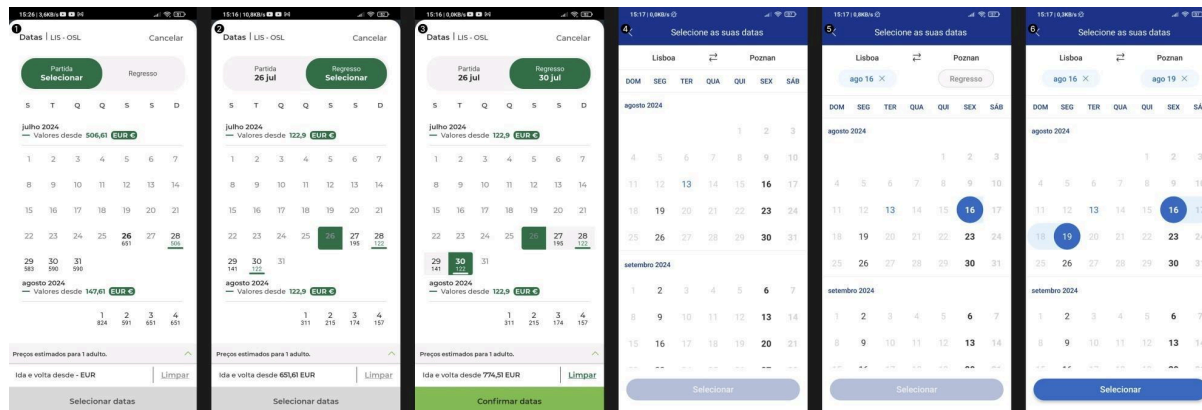


Figura 35

Funcionalidade de Escolha de lugares Ryanair

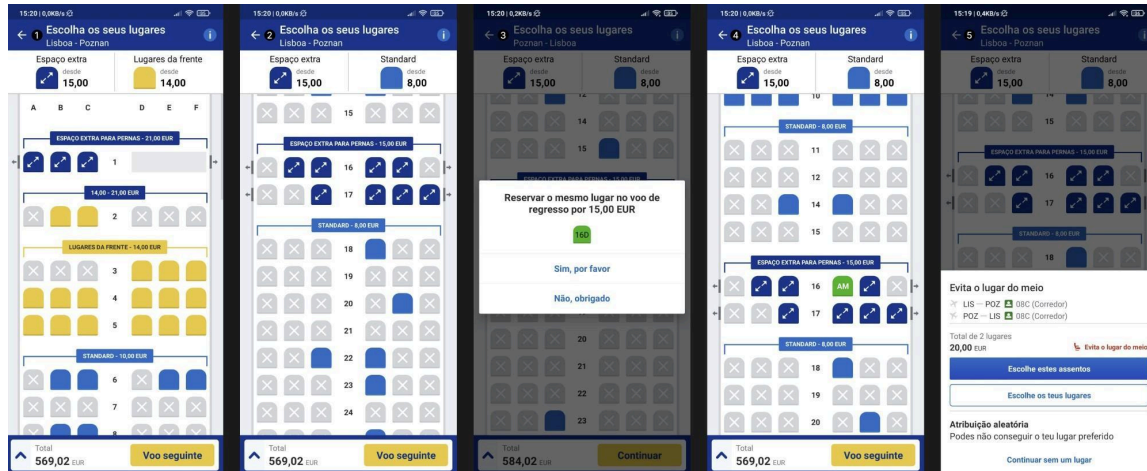


Figura 36

Comparação de estados das duas aplicações

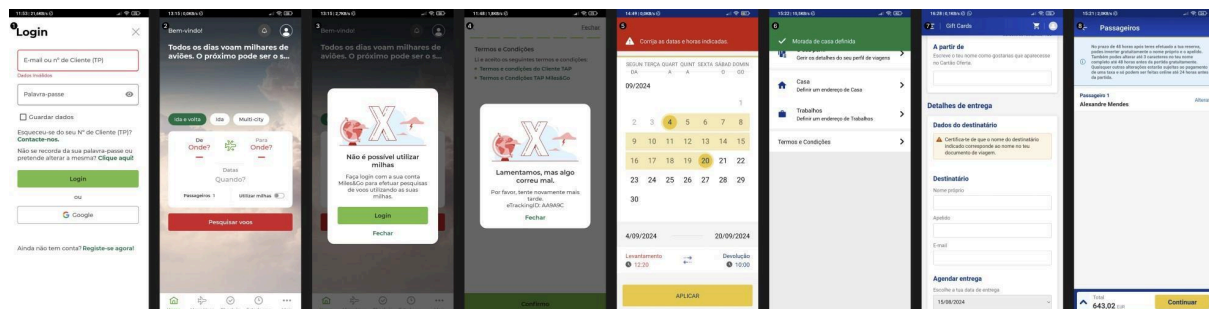


Figura 37

Testemunhos de utilizadores da app Ryanair

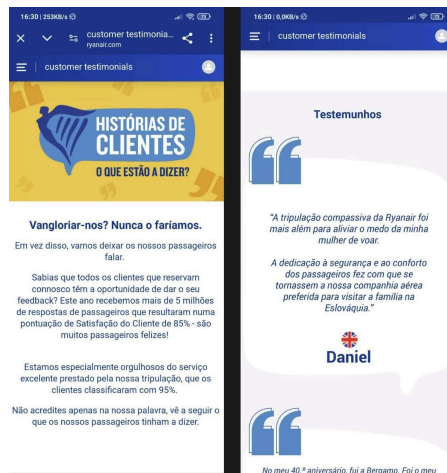


Figura 38

Funcionalidade transfers do aeroporto Ryanair

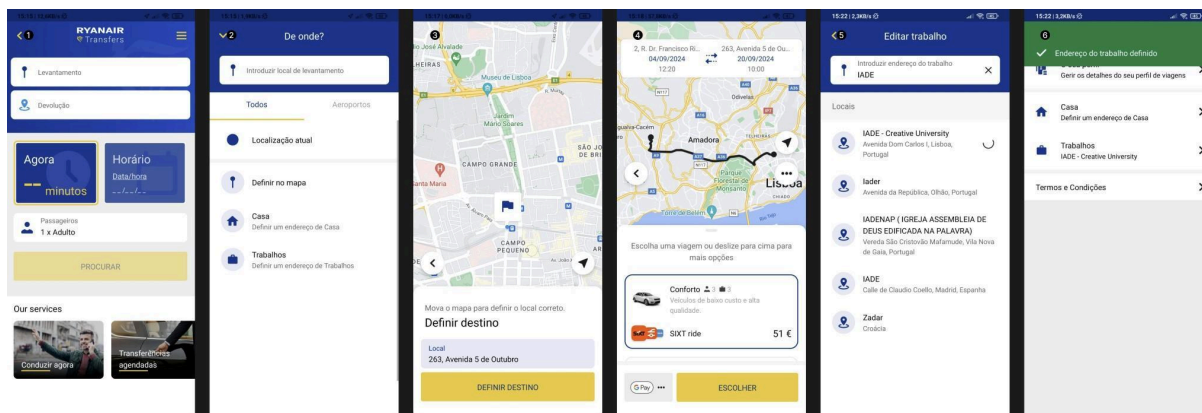
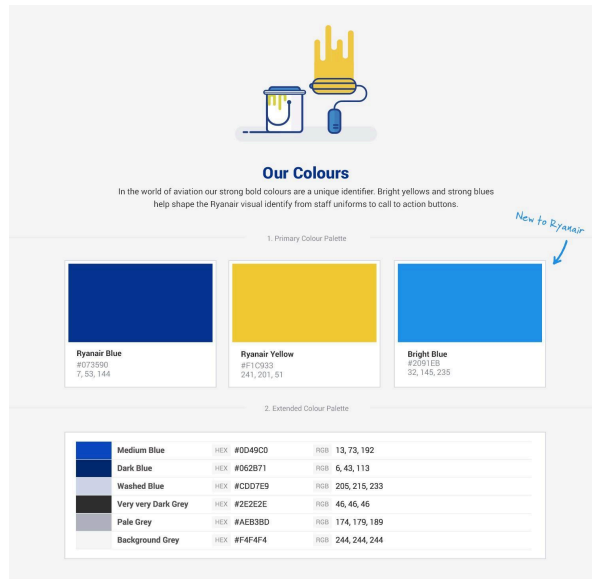


Figura 39

Paleta cromática oficial da Ryanair



Nota. Excerto da identidade gráfica da Ryanair (Behance, 2016)

Figura 40

Cores recolhidas na auditoria da app da Ryanair

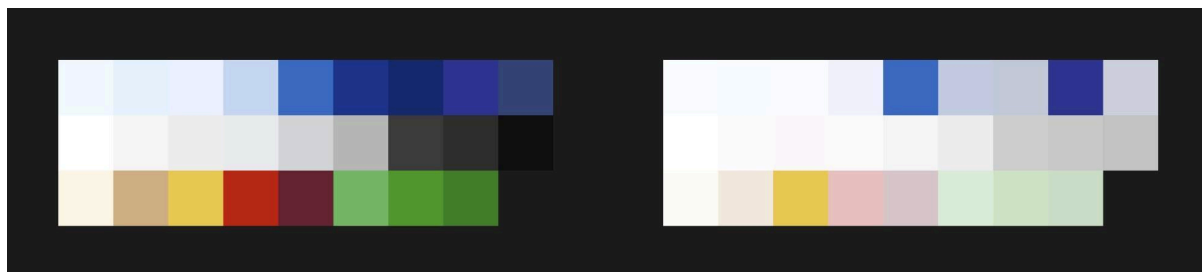


Figura 41

Comparação de cores da auditoria e da Ryanair



Nota. Em cima, as cores oficiais da Ryanair; em baixo, as cores encontradas na auditoria da app.

Figura 43

Inconsistências de redirecionamento na app Emirates (1)

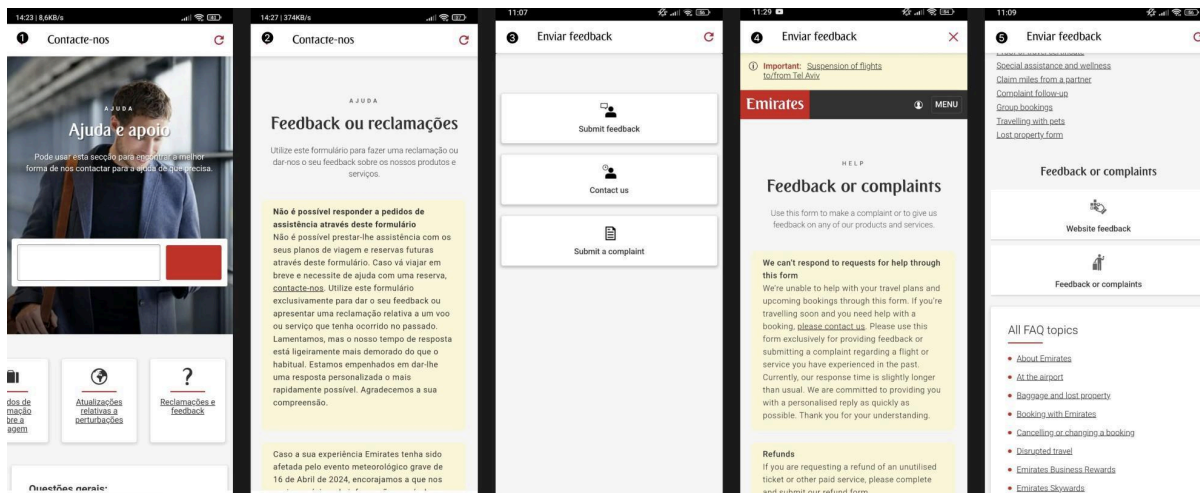


Figura 44

Inconsistências de redirecionamento na app Emirates (2)

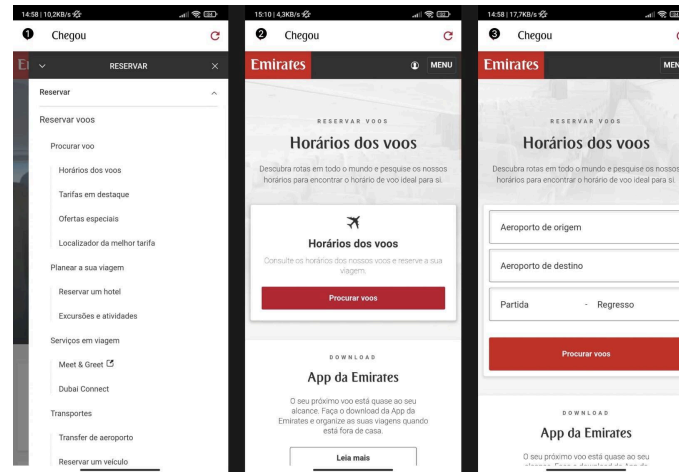


Figura 45

Inconsistências visuais na app Emirates

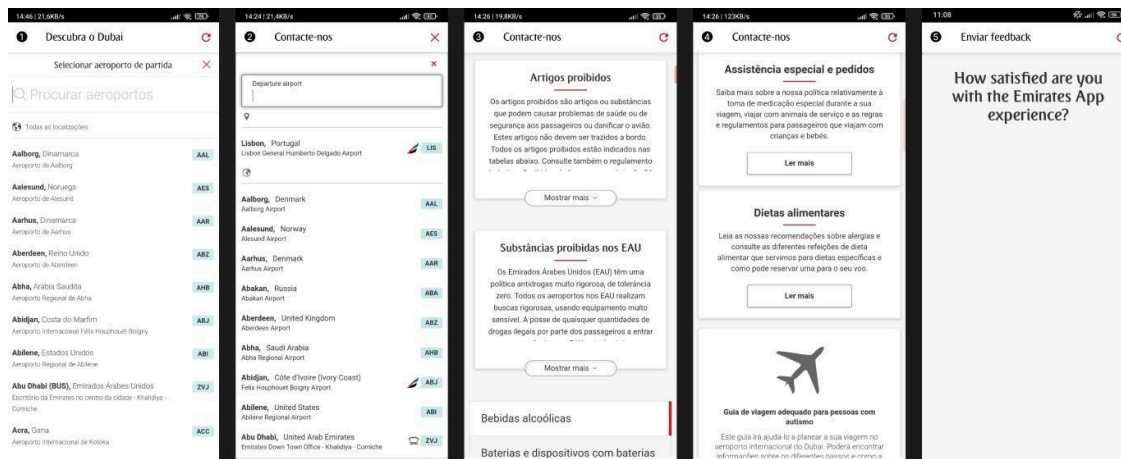


Figura 46

Funcionalidade Mapas do aeroporto na app Emirates

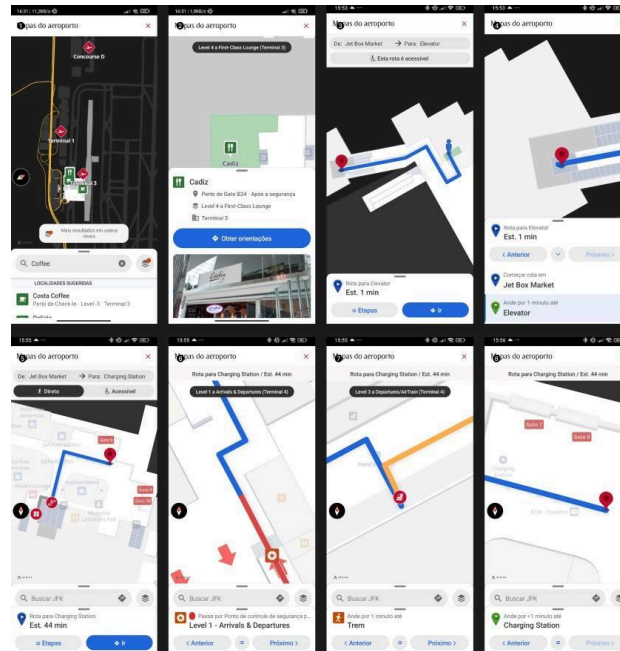


Figura 47

Visualização 3D interativa do interior do avião

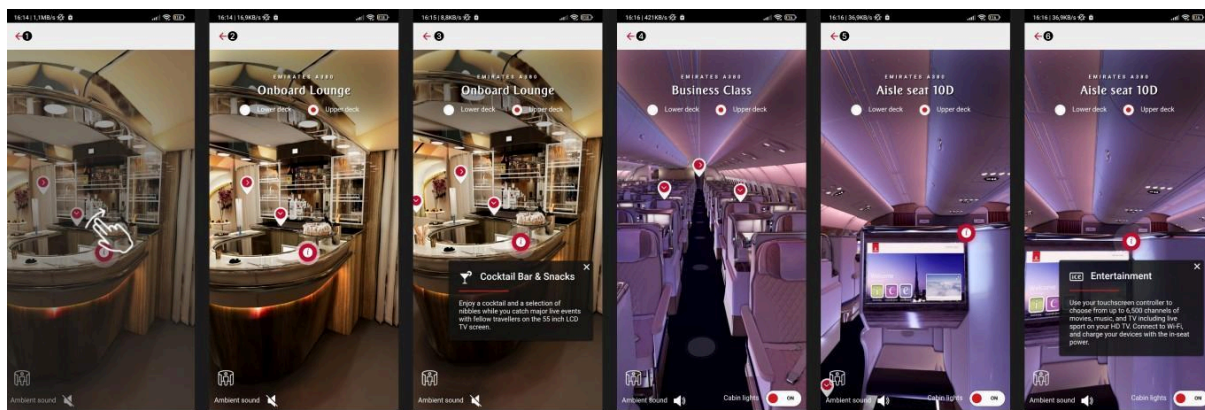


Figura 49

Comparação de calendários da app TAP (versão 6.4.3 e 7.1.1)

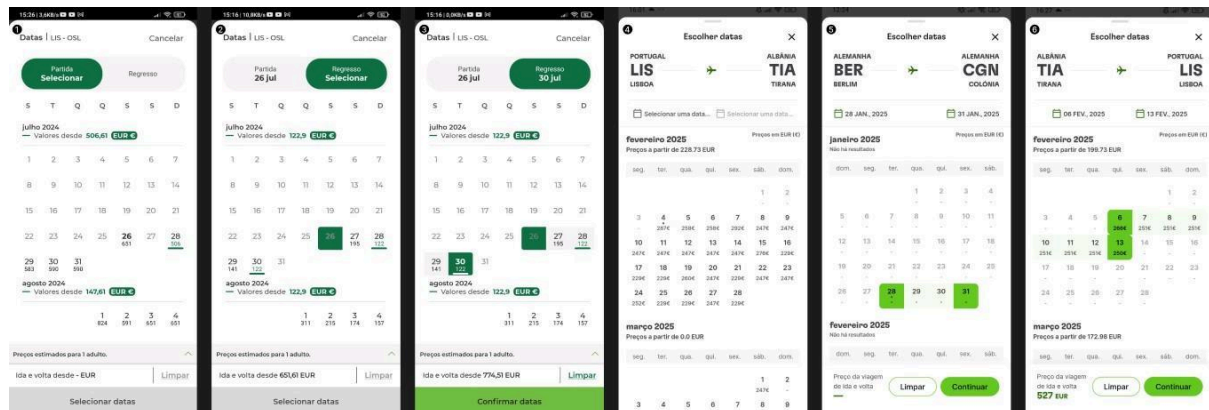


Figura 50

Calendários da app TAP (versão 7.1.1)

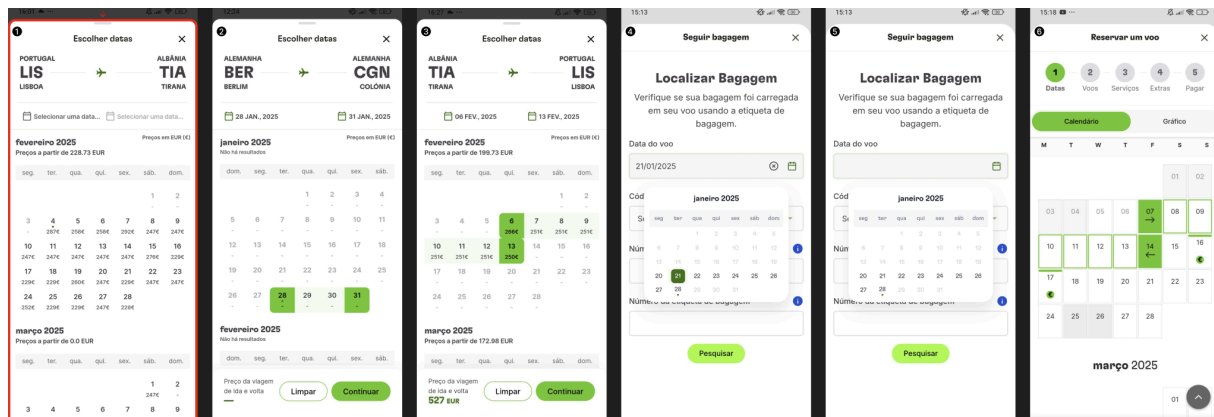
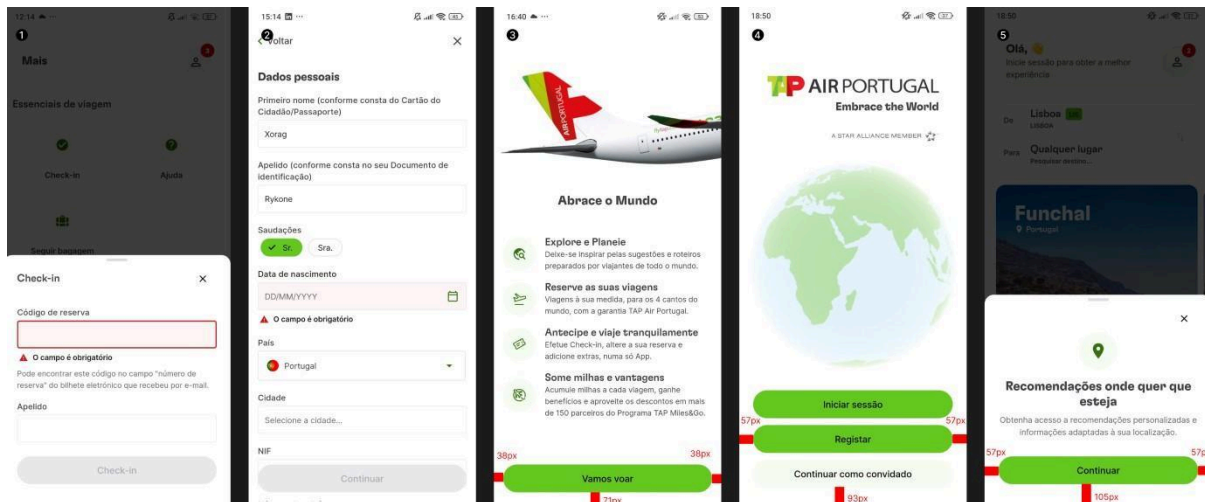


Figura 51

Inconsistências na app TAP (1) (versão 7.1.1)

**Figura 52**

Inconsistências na app TAP (2) (versão 7.1.1)

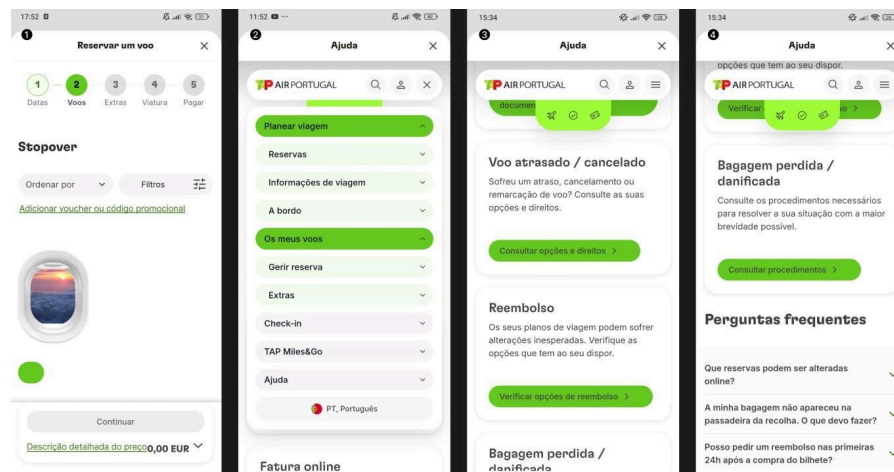


Figura 53

Redundâncias na app TAP (versão 7.1.1)

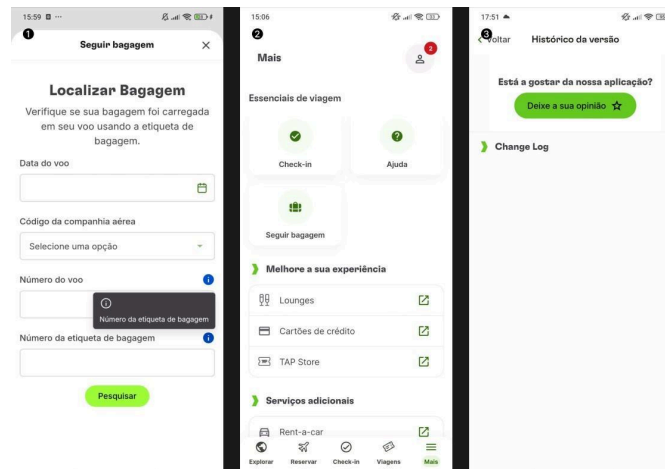


Figura 54

Comparação da funcionalidade de Ajuda na app TAP (versão 6.4.3 e 7.1.1)

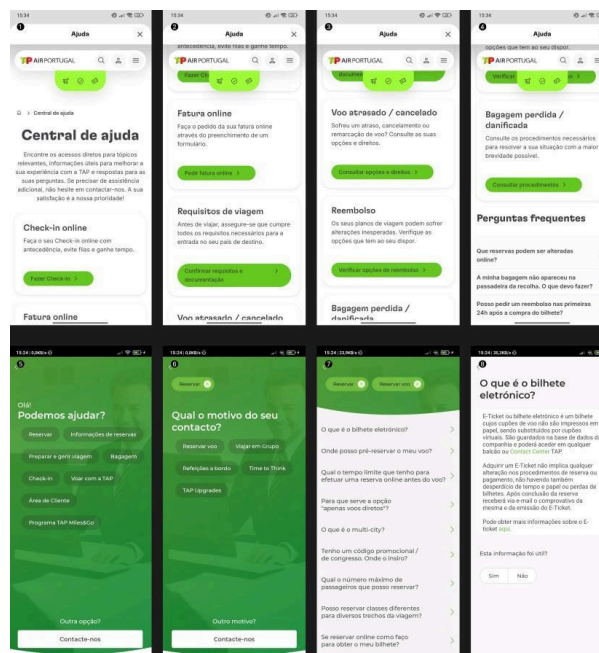


Figura 55

Funcionalidade de feedback na app TAP (versão 6.1.1)

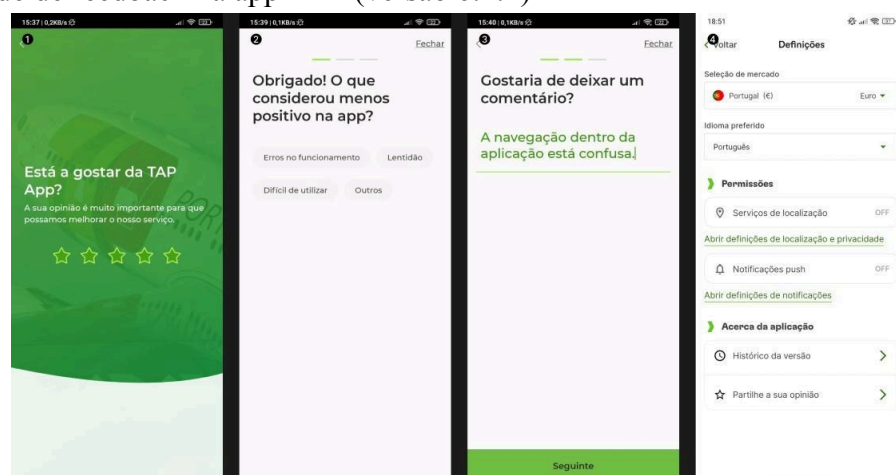


Figura 56

Funcionalidade de estados de voo (versão 6.1.1)

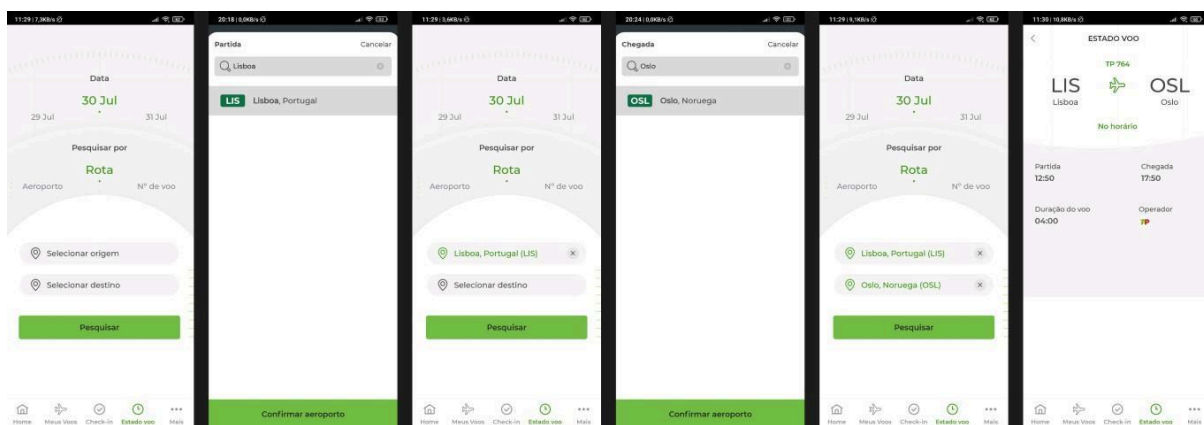


Figura 57

Interface demasiado preenchida (versão 7.1.1)

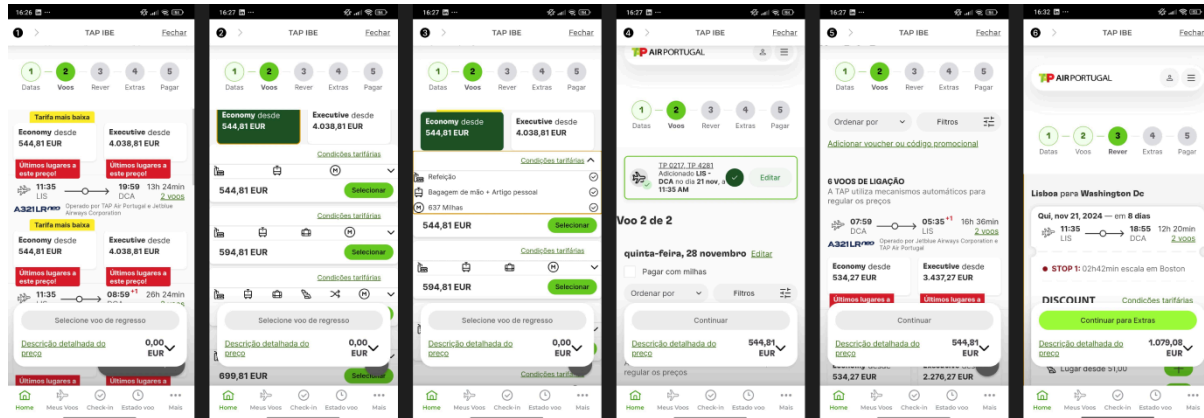


Figura 58

Funcionalidade de Escolha de lugares na app TAP (versão 7.1.1)

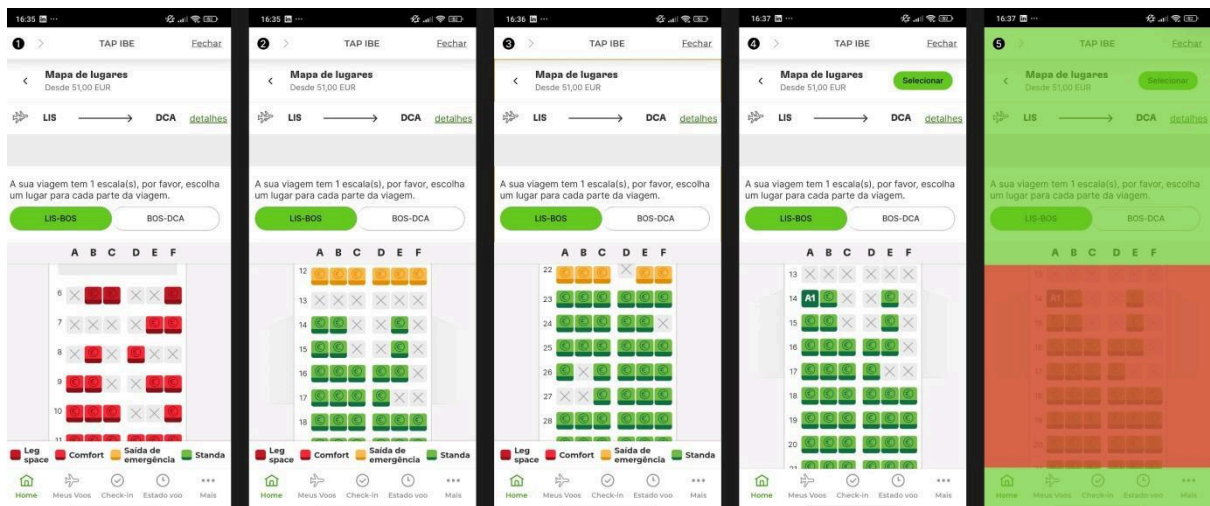


Figura 59

Secção de extras na app TAP (versão 7.1.1)

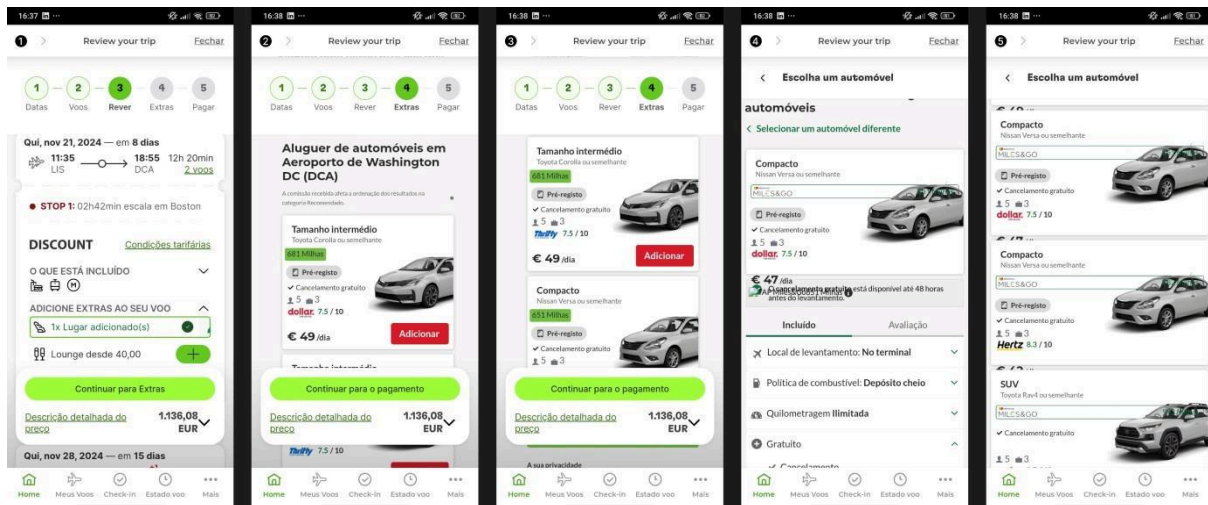


Figura 60

Secção de pagamento na app TAP (versão 7.1.1)

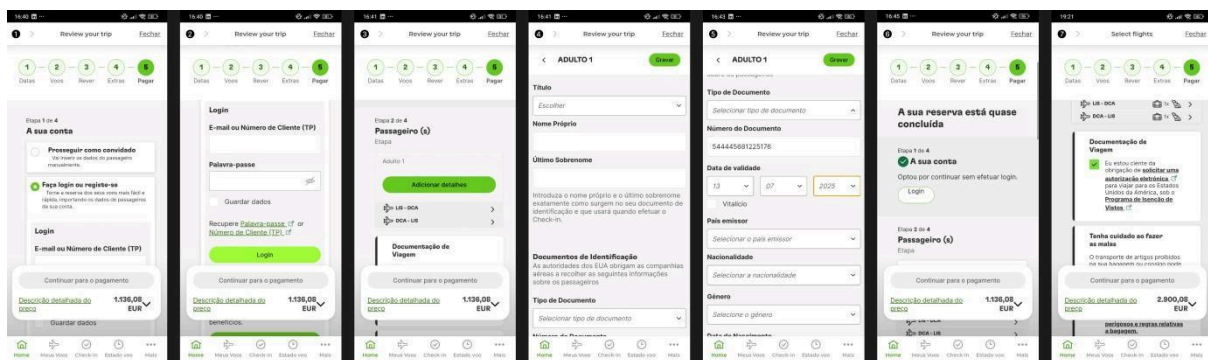
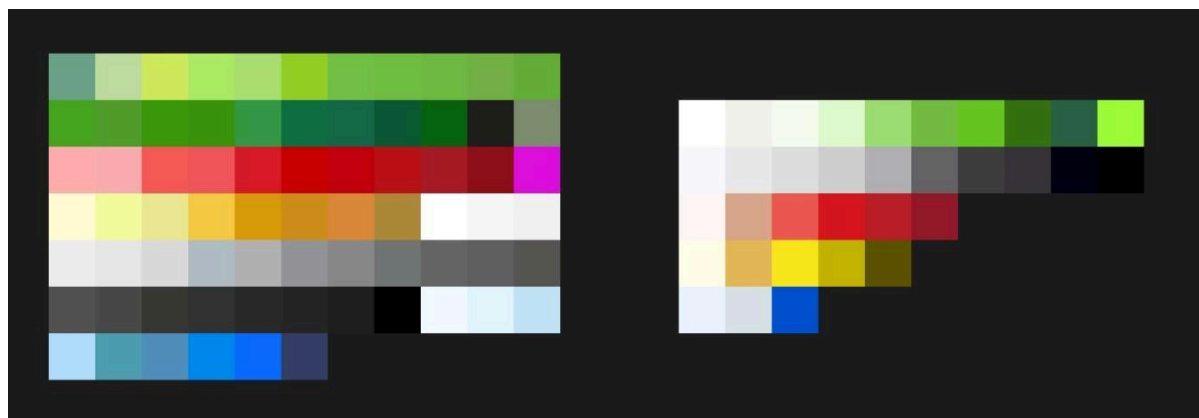


Figura 61

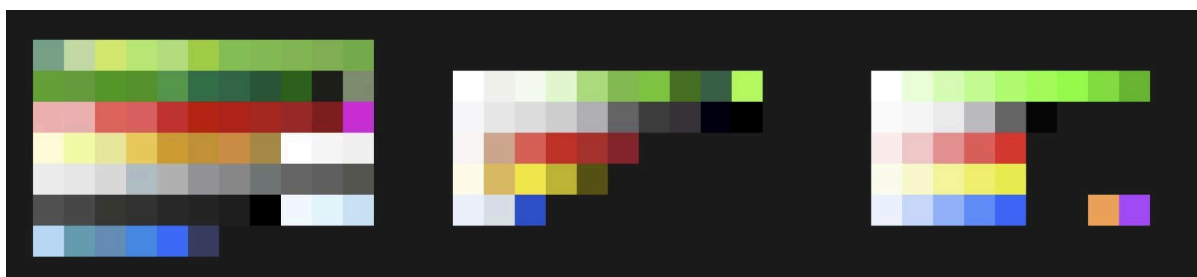
Comparação de cores recolhidas nas auditorias na app TAP



Nota. À esquerda, a paleta da versão 6.4.3; à direita, a paleta da versão 7.1.1.

Figura 75

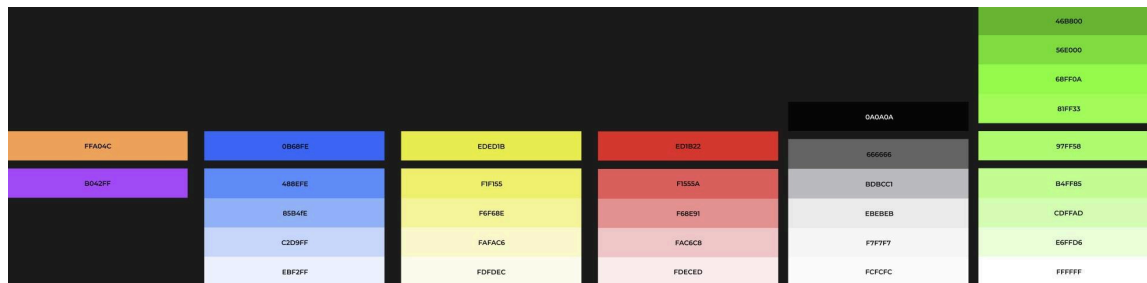
Comparação das paletas de cores da app TAP 6.4.3, 7.1.1 e protótipo



Nota. À esquerda, a paleta da versão 6.4.3; no meio a paleta da versão 7.1.1; à direita, a paleta estabelecida no protótipo.

Figura 76

Paleta com valores hexadecimais para o protótipo



Nota. A funcionalidade “Piscar para notificações” utiliza as cores principais do espectro visível – laranja, roxo, azul, amarelo, vermelho e verde.

Figura 77

Exemplos de coerência cromática no sistema

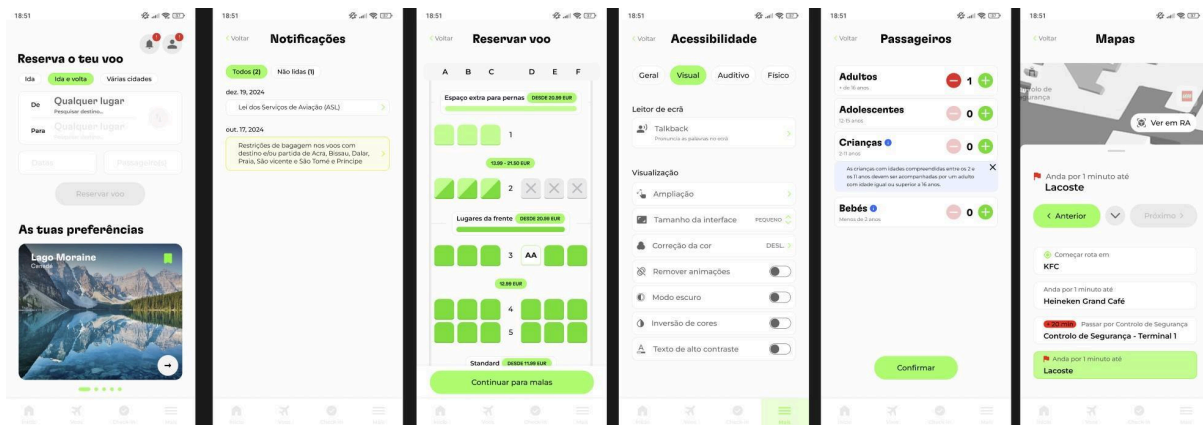


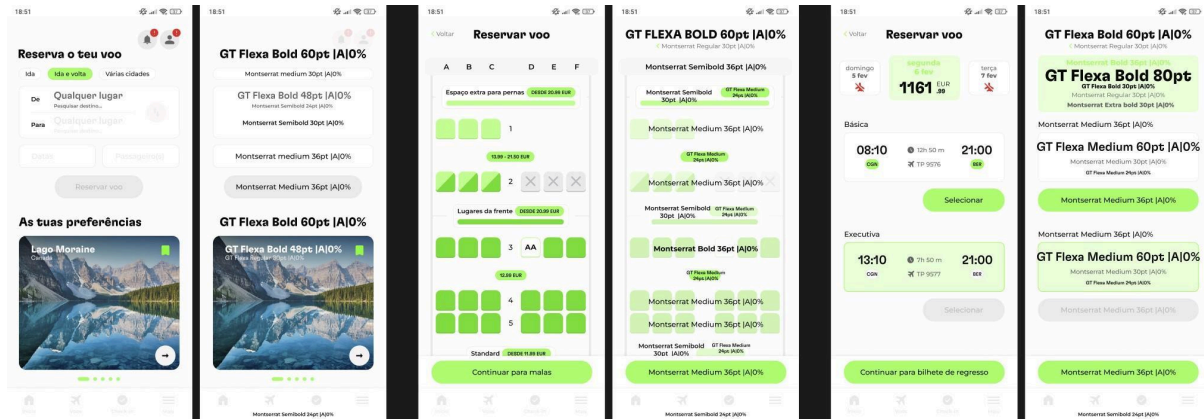
Figura 78

Auditoria de tipografia na app TAP (versão 7.1.1)

GT FLEXA BOLD 85pt A -1.13%	85pt A -1.13%	85pt
GT FLEXA MEDIUM 50pt A 1%	50pt A 1%	50pt
INTER BOLD 45pt A -5%	45pt A -5%	45pt
GT FLEXA BOLD 43pt A 3%	43pt A 3%	43pt
GT FLEXA REGULAR 43pt A -1%	43pt A -1%	42pt
GT FLEXA MEDIUM 42pt A 0%	42pt A 0%	35pt
Inter regular 35pt A 3%	35pt A 3%	32pt
Montserrat medium 35pt A 0%	35pt A 0%	30pt
GT FLEXA 35pt A -1%	35pt A -1%	27pt
INTER BOLD 32pt A -3%	32pt A -3%	25pt
INTER MEDIUM 32pt A 0%	32pt A 0%	
INTER REGULAR 32pt A 0%	32pt A 0%	
INTER MEDIUM 30pt A 0%	30pt A 0%	
INTER REGULAR 30pt A 4%	30pt A 4%	
INTER MEDIUM 30pt A 6%	30pt A 6%	
GT FLEXA 30pt A 1%	30pt A 1%	
INTER BOLD 30pt A 3.5%	30pt A 3.5%	
INTER MEDIUM 27pt A 0%	27pt A 0%	
INTER BOLD 25pt A 3%	25pt A 3%	

Nota. À esquerda, fontes, pesos, tamanhos e espaçamentos; no meio, tamanhos destacados; à direita, o resultado da auditoria com a hierarquia visual dos diferentes parâmetros utilizados.

Proporcionalidade tipográfica em diferentes ecrãs



Nota. Nesta figura, os ‘textos’ originais dos componentes foram substituídos por informações técnicas, indicando o nome da fonte, o peso, o tamanho e o espaçamento entre letras utilizados em cada elemento.

Figura 80

Escala de tamanhos em pixels baseada em múltiplos de 16px

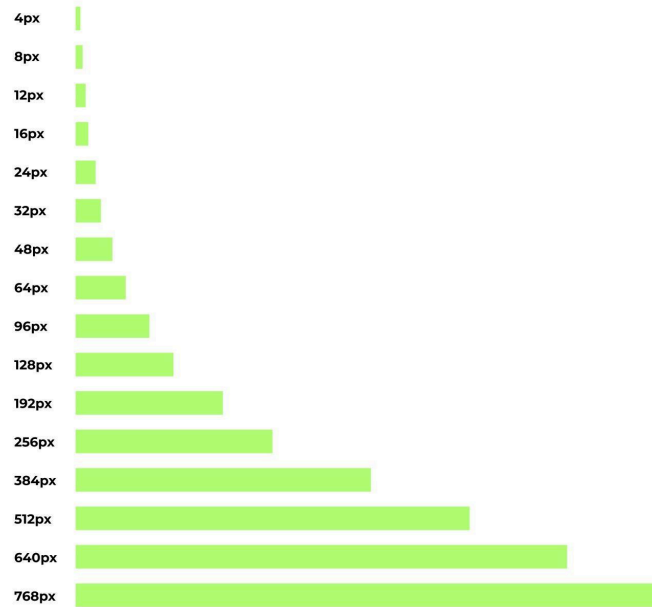


Figura 81

Escala de tamanhos em pixels em diferentes ecrãs

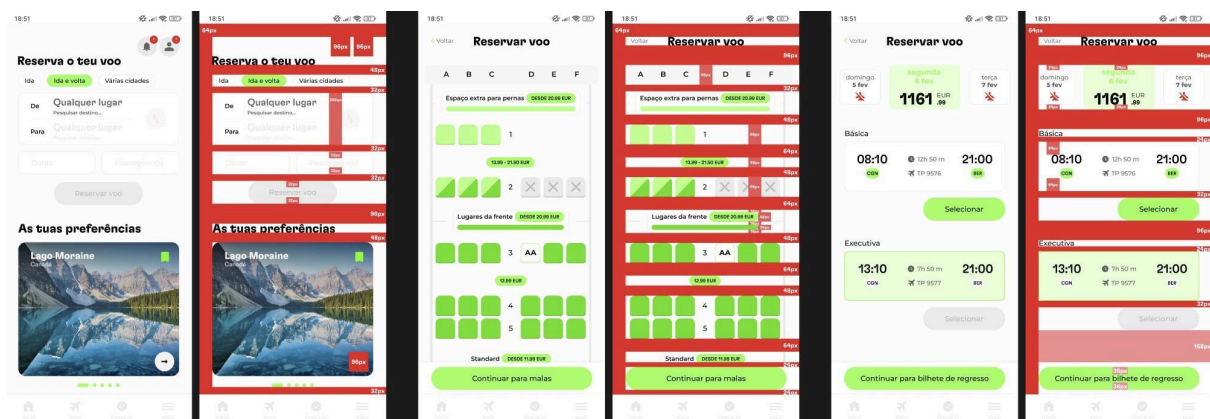


Figura 82

Diferentes páginas iniciais das aplicações

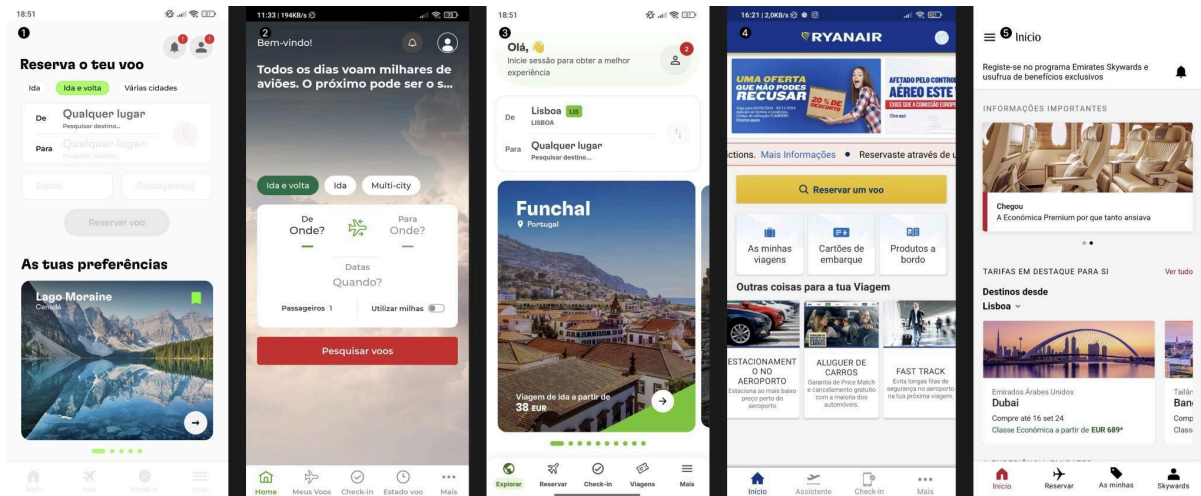


Figura 83

Funcionalidade de questionário no protótipo

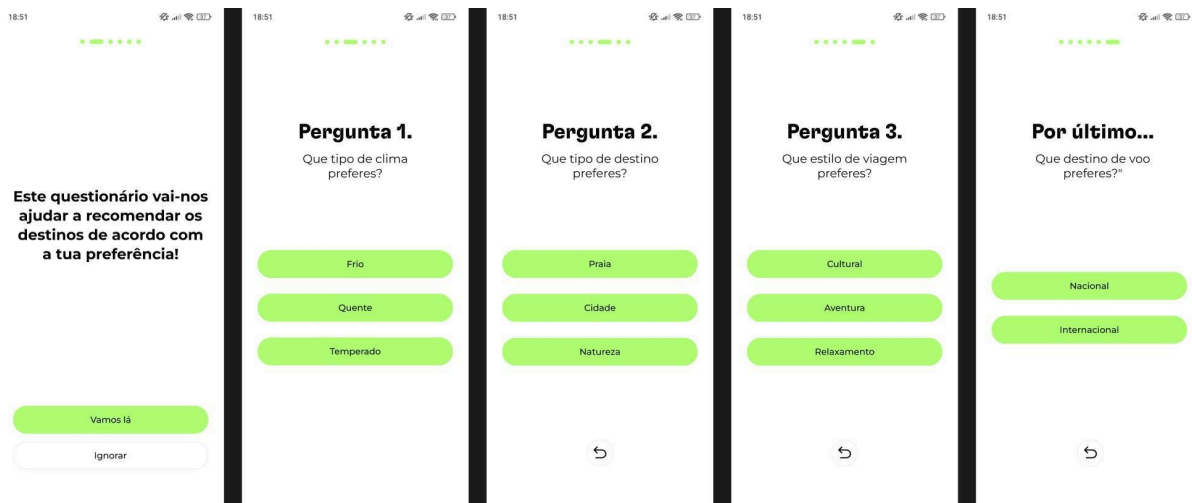


Figura 84

Percurso até à edição de questionário no protótipo

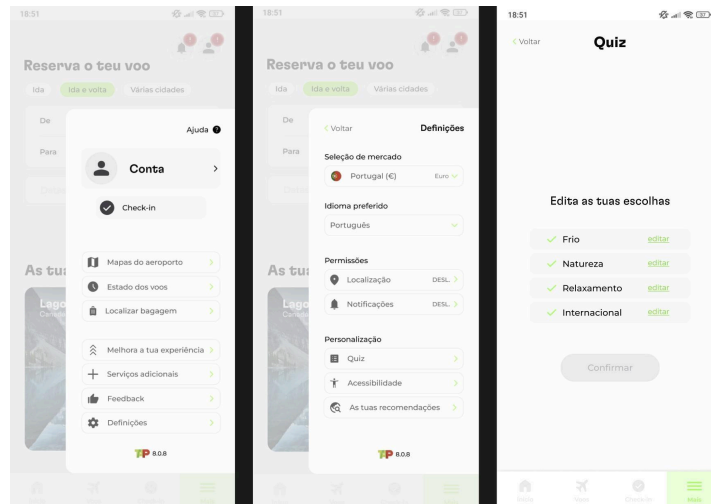


Figura 85

Funcionalidade de sugestões de destinos turísticos guardados

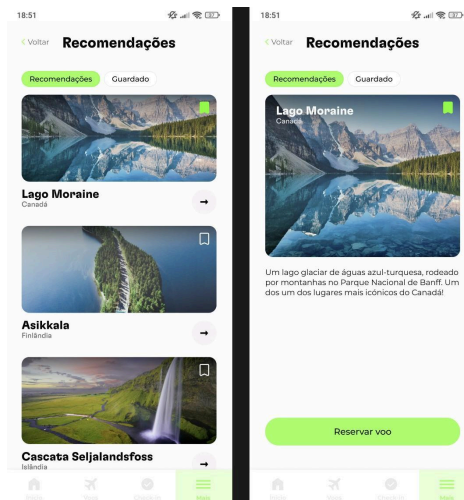


Figura 86

Mapa de conforto do alcance da mão num dispositivo móvel



Figura 87

Funcionalidade ‘Mais’ nas diferentes aplicações

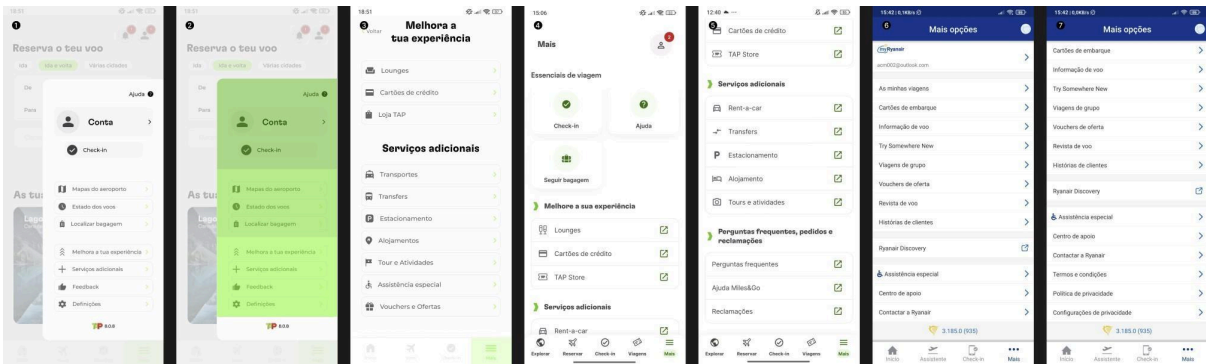
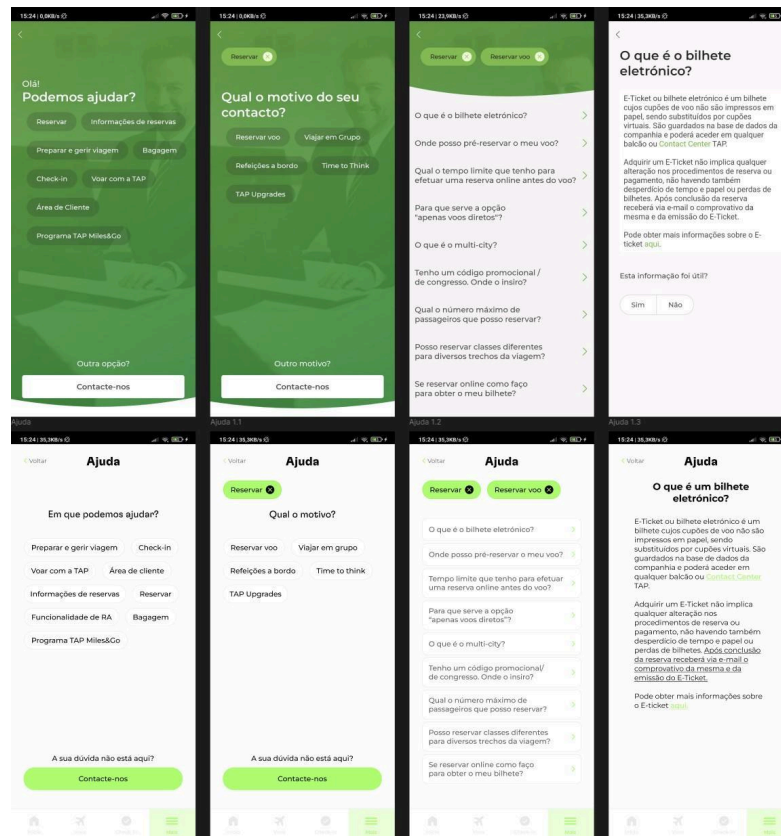


Figura 88

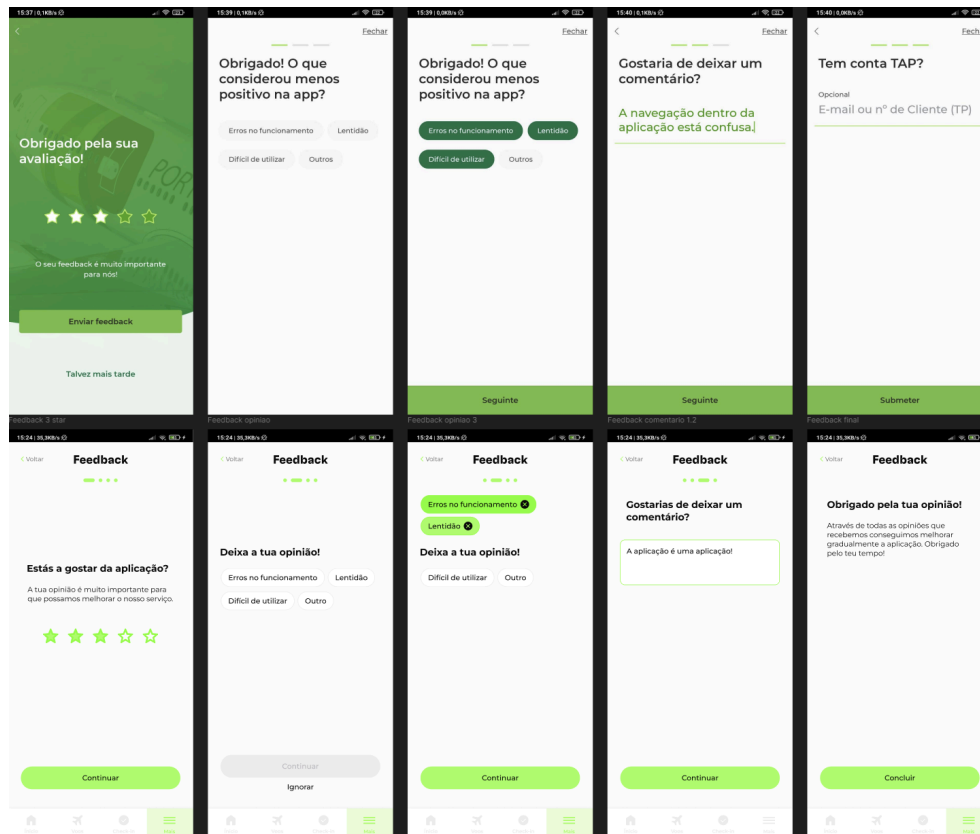
Funcionalidade ‘Ajuda’ nas diferentes aplicações



Nota. Em cima, a funcionalidade da versão 6.4.3; em baixo, a funcionalidade do protótipo.

Figura 89

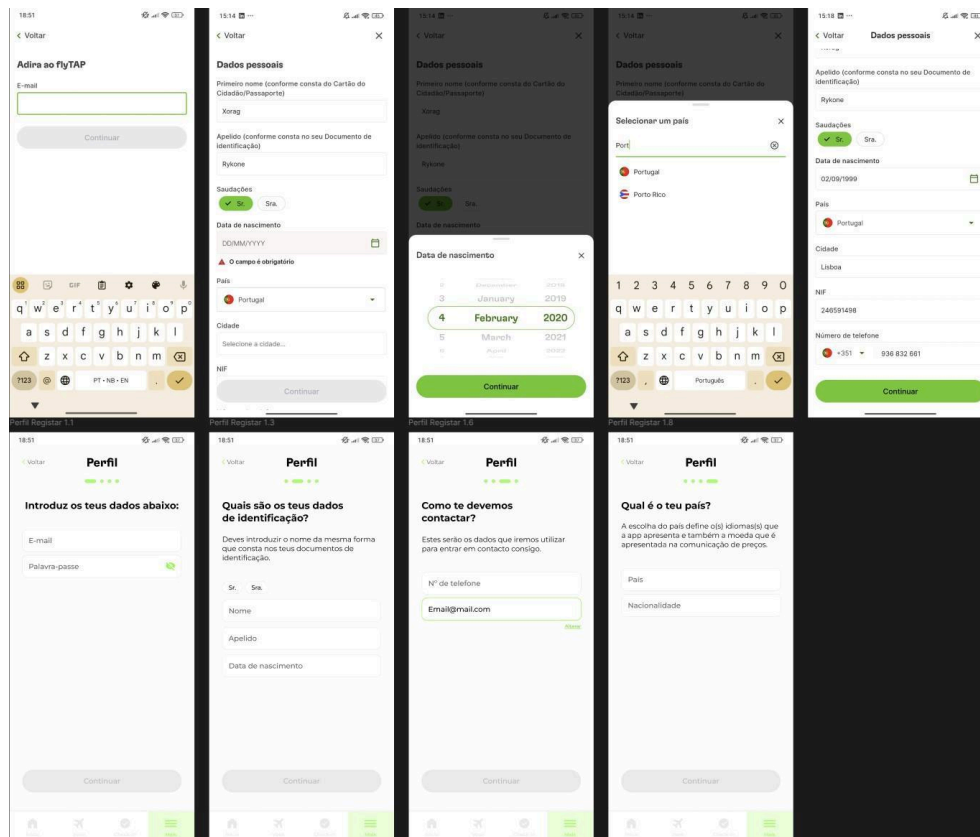
Funcionalidade ‘Feedback’ nas diferentes aplicações



Nota. Em cima, a funcionalidade da versão 6.4.3; em baixo, a funcionalidade do protótipo.

Figura 90

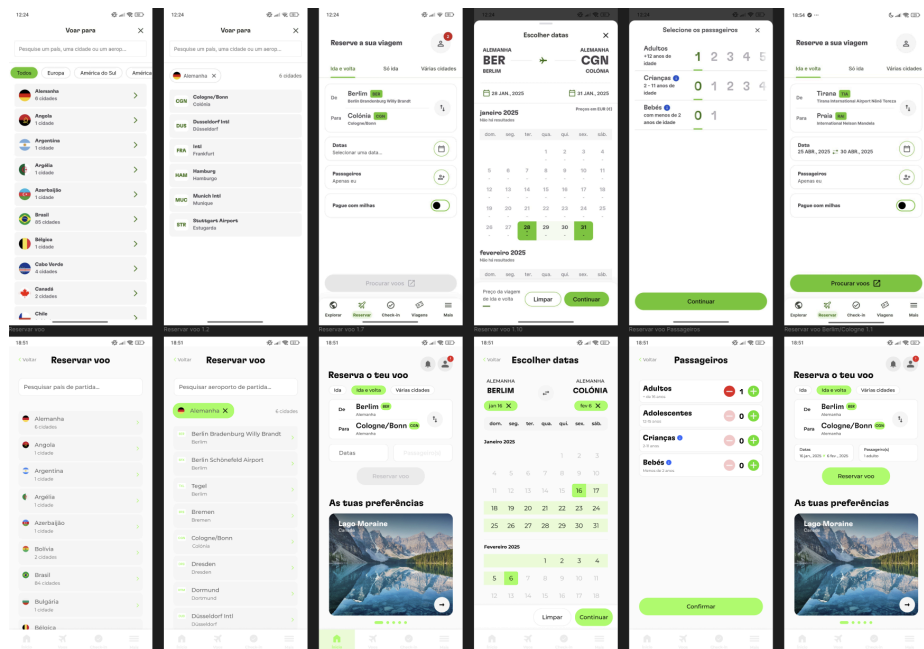
Processo de criar conta nas diferentes aplicações



Nota. Em cima, a funcionalidade da versão 7.1.1; em baixo, a funcionalidade do protótipo.

Figura 91

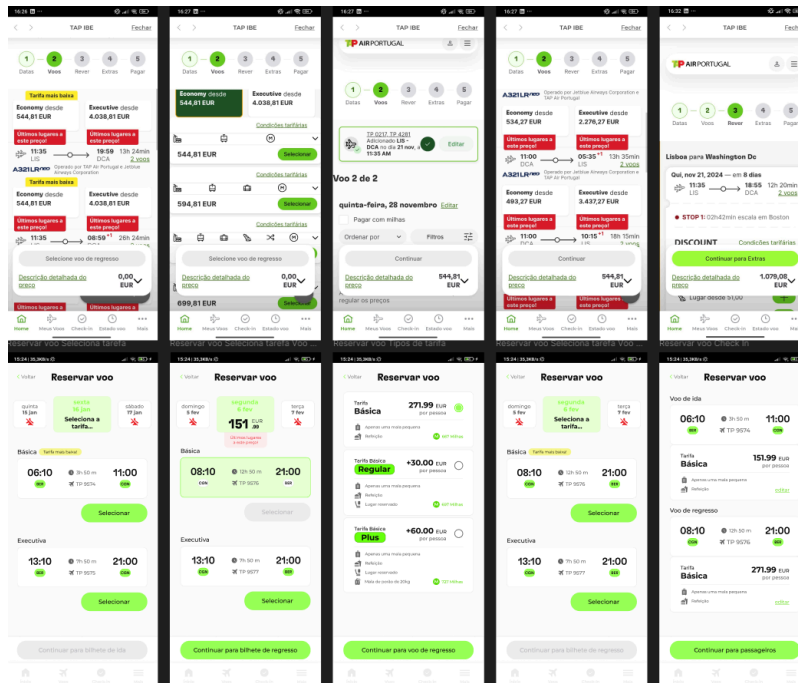
Processo de reservar voo nas diferentes aplicações (1)



Nota. Em cima, a funcionalidade da versão 7.1.1; em baixo, a funcionalidade do protótipo.

Figura 92

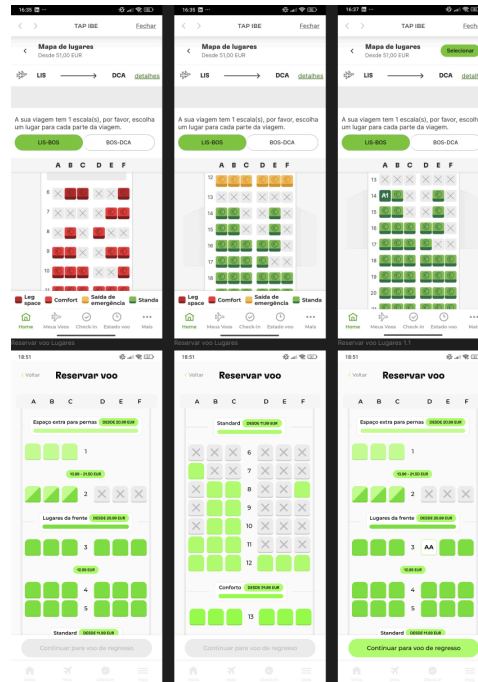
Processo de reservar voo nas diferentes aplicações (2)



Nota. Em cima, o processo da versão 7.1.1; em baixo, o processo do protótipo.

Figura 93

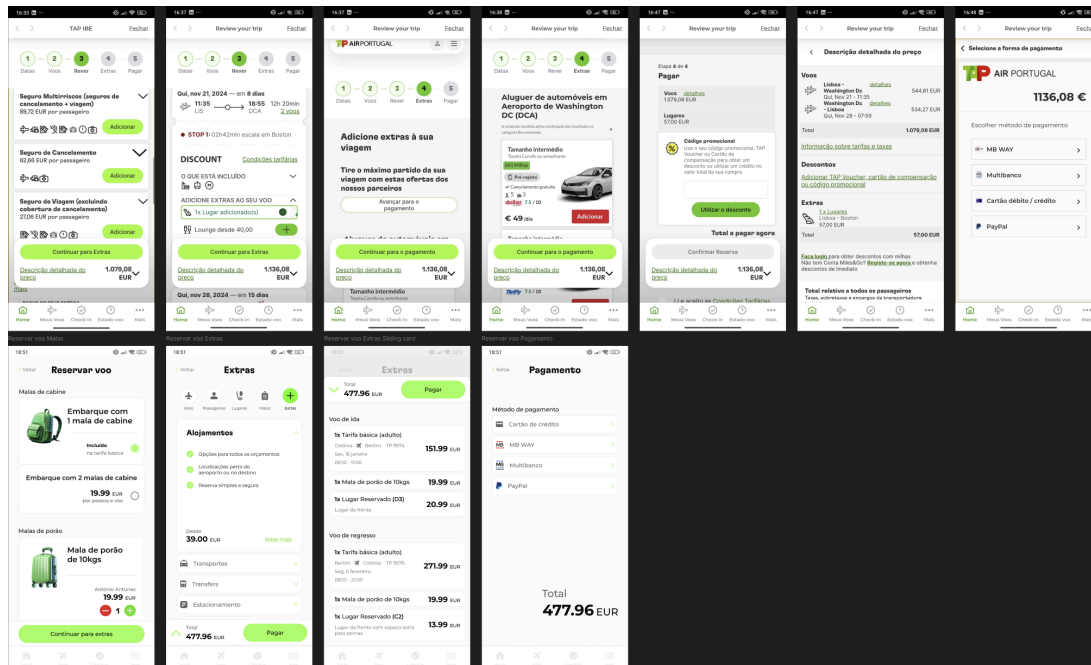
Funcionalidade ‘Mapa de lugares’ nas diferentes aplicações



Nota. Em cima, a funcionalidade da versão 7.1.1; em baixo, a funcionalidade do protótipo.

Figura 94

Processo de reservar voo nas diferentes aplicações (3)



Nota. Em cima, o processo da versão 7.1.1; em baixo, o processo do protótipo.

Figura 95

Funcionalidade ‘Estado voo’ nas diferentes aplicações

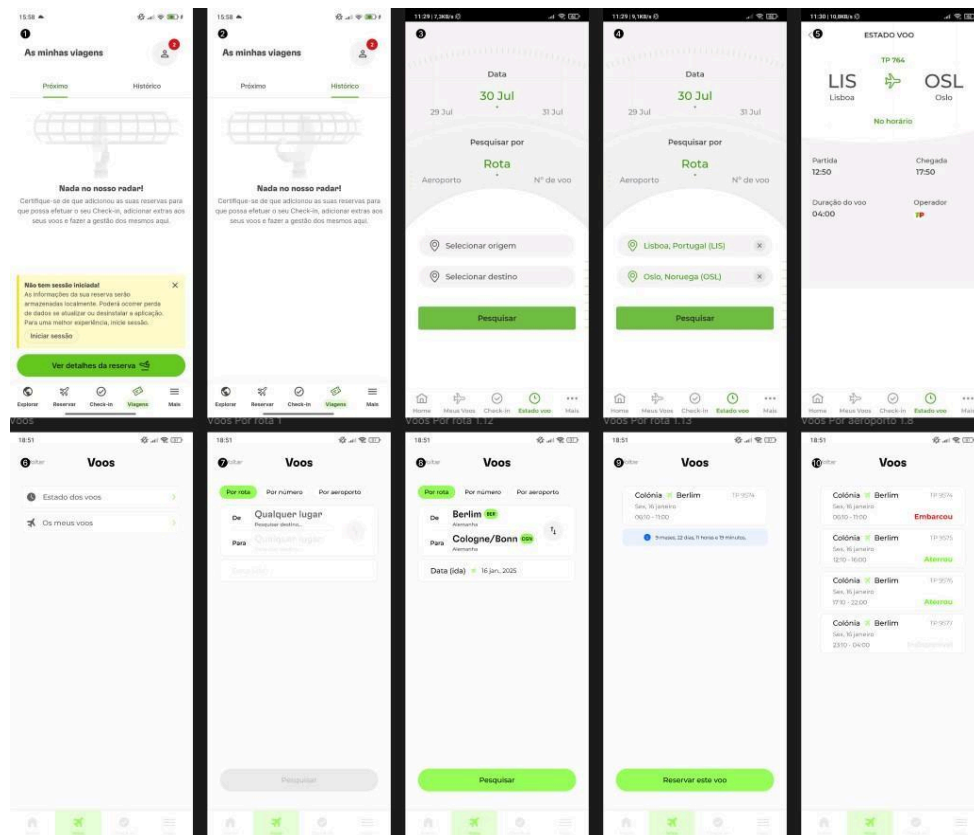


Figura 96

Barra de navegação e página inicial nas diferentes aplicações

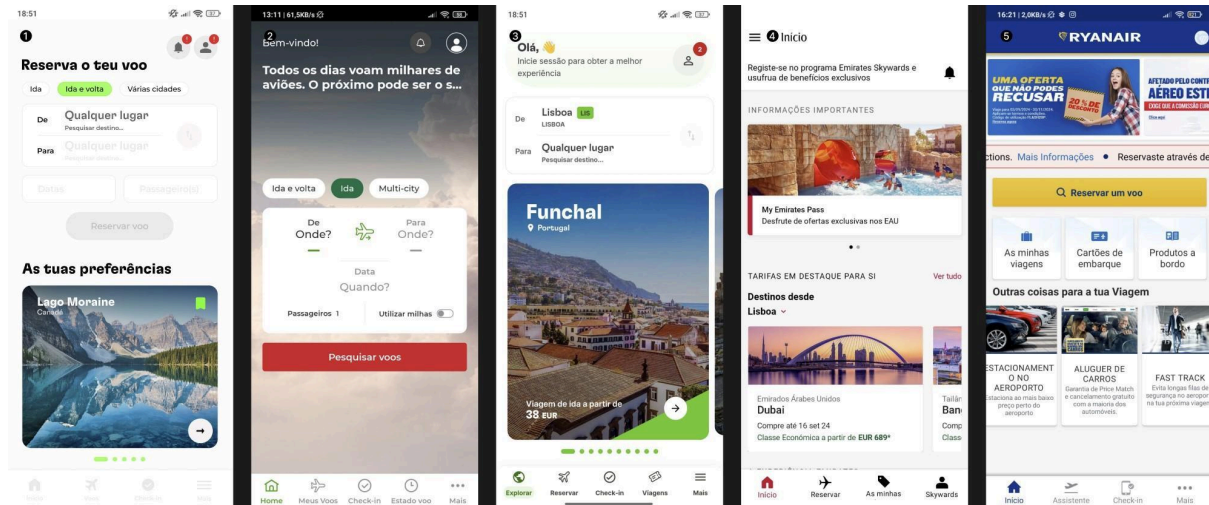


Figura 97

Funcionalidade ‘Mapas do aeroporto’ nas diferentes aplicações

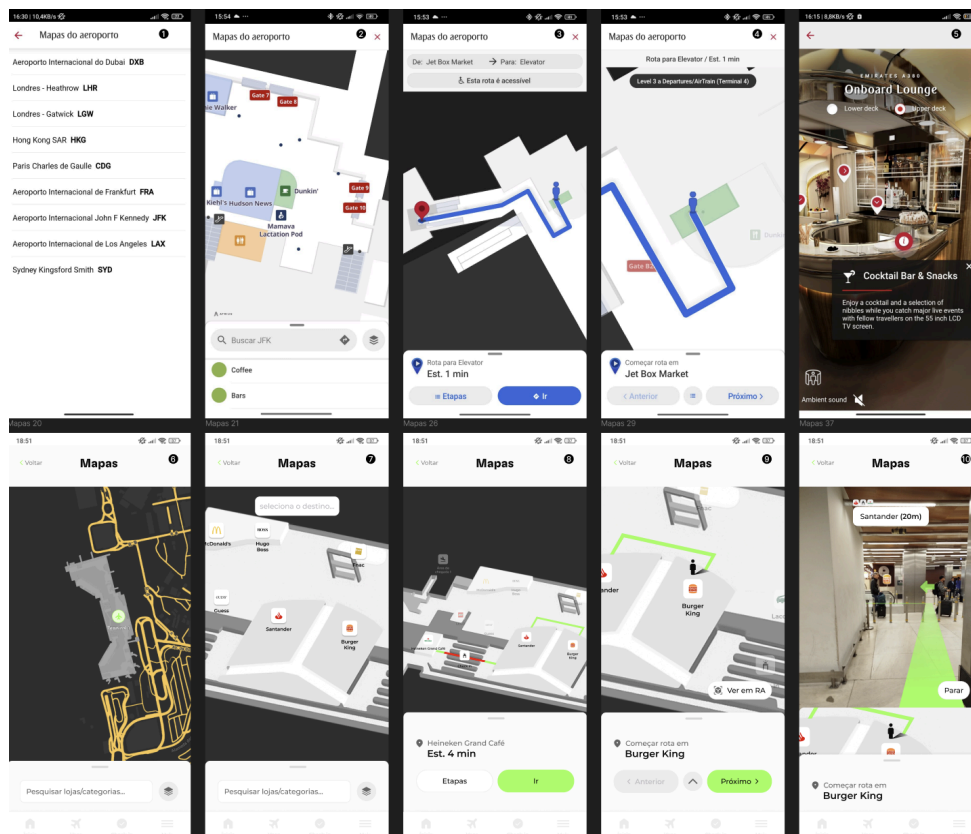


Figura 98

Funcionalidade ‘Realidade Aumentada’ no protótipo

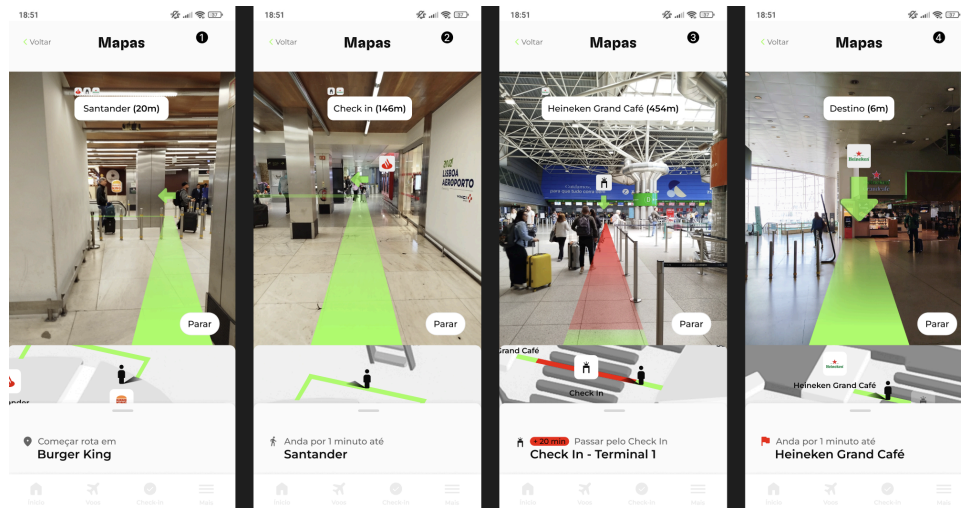


Figura 99

Funcionalidade ‘Acessibilidade’ no protótipo

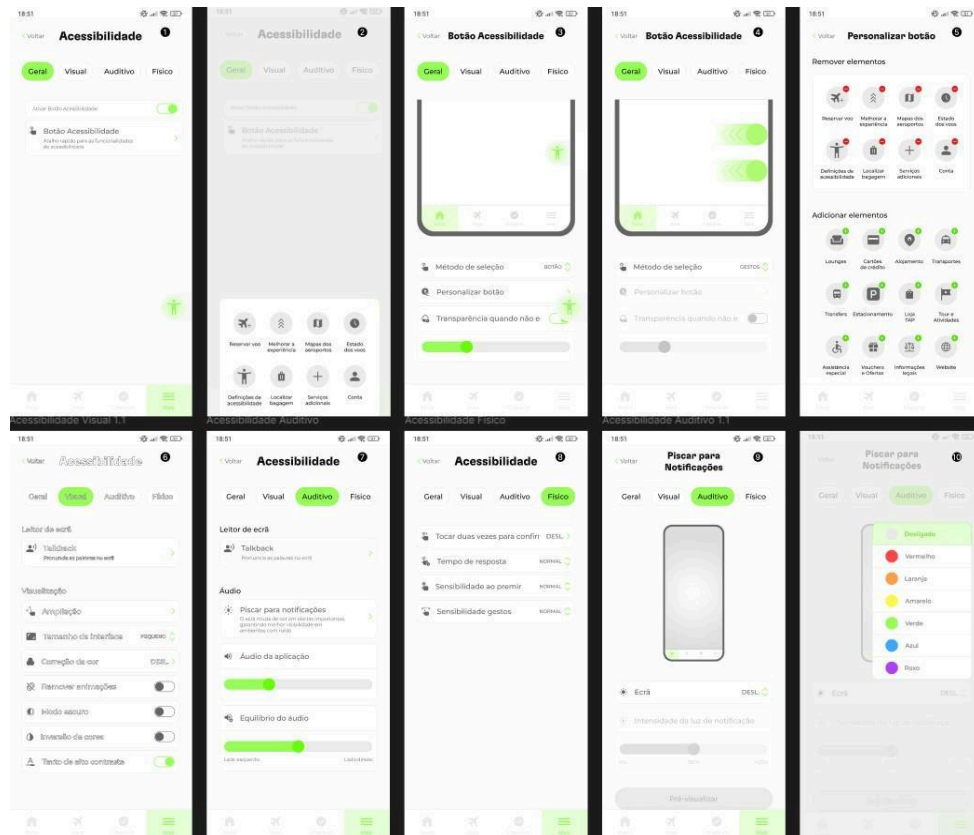


Figura 100

Tom de voz nas diferentes versões das aplicações

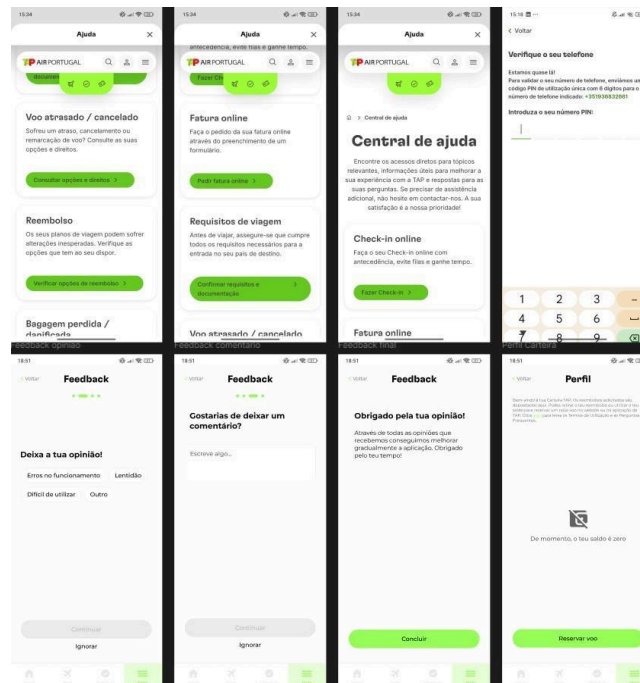


Figura 101

Comparação entre atalhos na versão 7.1.1 e no protótipo

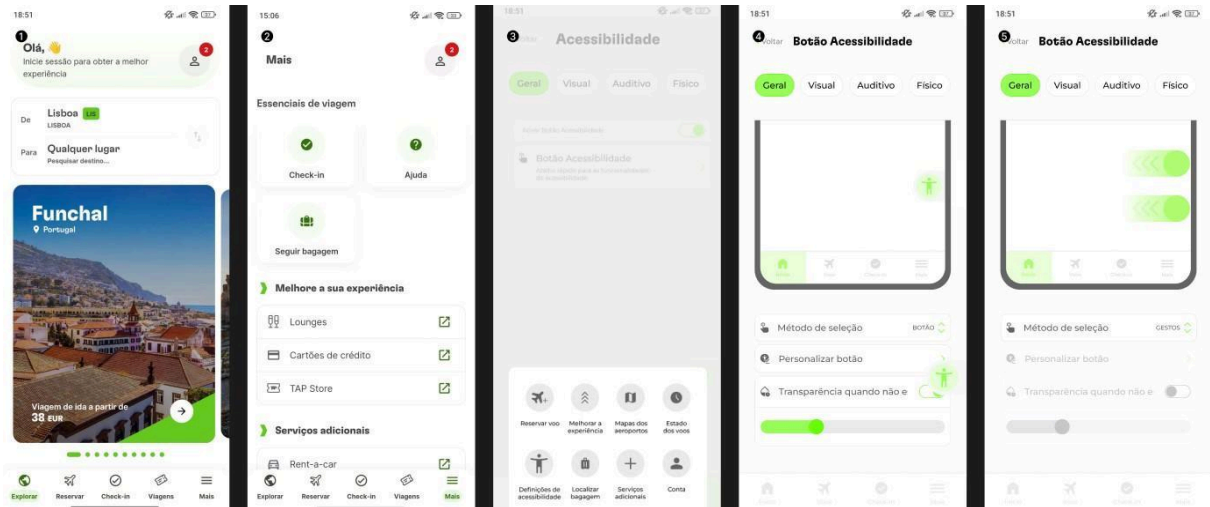


Figura 102

Opções de personalização no protótipo

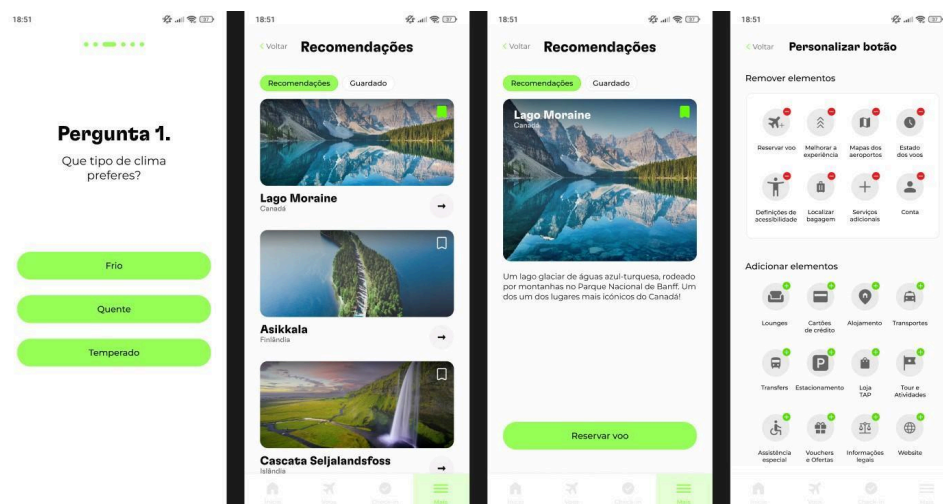
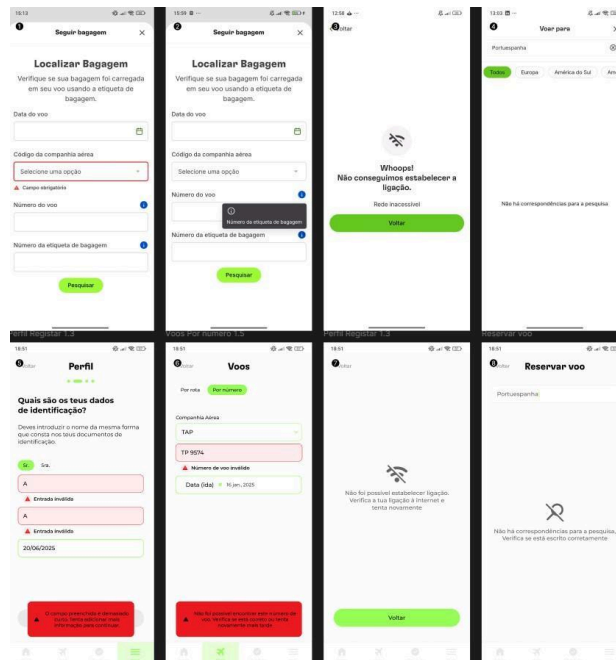


Figura 103

Comparação entre estados de erro na versão 7.1.1 e no protótipo



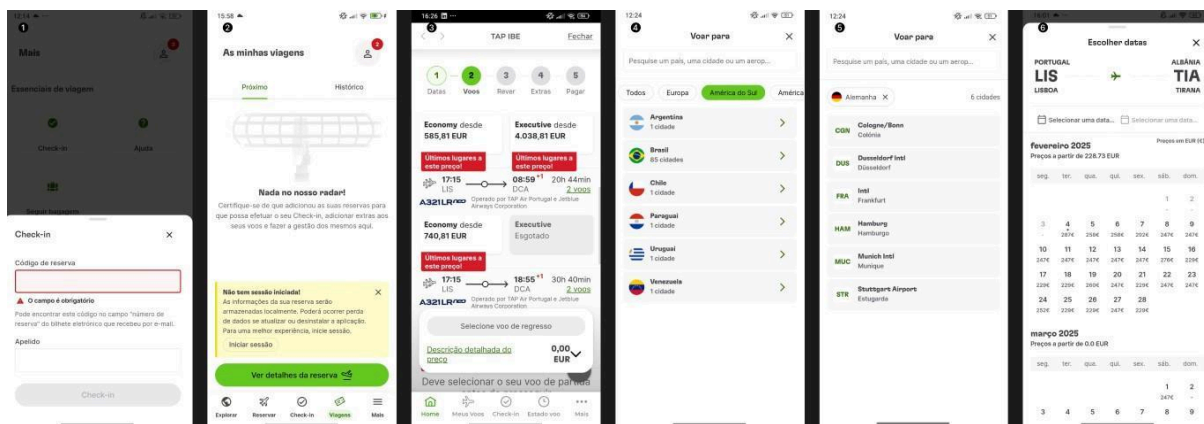
Apêndices

Apêndice 1 - Avaliação heurística da versão 7.1.1

Relativamente ao primeiro princípio, observa-se uma interface repleta de contexto e informação ao longo da jornada do utilizador. Embora por vezes a quantidade de informação se possa tornar excessiva, como mencionado na auditoria, esta abordagem tem como objetivo ajudar na tomada de decisões. Na figura 64, nas imagens 1 e 2, o sistema apresenta estados de erro acompanhados de mensagens explicativas e sugestões de resolução. Na imagem 3, destaca-se a quantidade de informação disponibilizada numa só interação: desde preços, tarifas, disponibilidade de lugares (“Últimos lugares a este preço!”), número do voo, horários, duração e tipo de avião. Já nas imagens 4 e 5, é possível observar a aplicação de *feedback* contextual através da exibição do país selecionado no topo da interface, após o utilizador filtrar por continente. No componente de calendário, são exibidos os preços de todos os voos por dia, mesmo nos dias sem disponibilidade.

Figura 64

Visibilidade do estado do sistema da app TAP (versão 7.1.1)

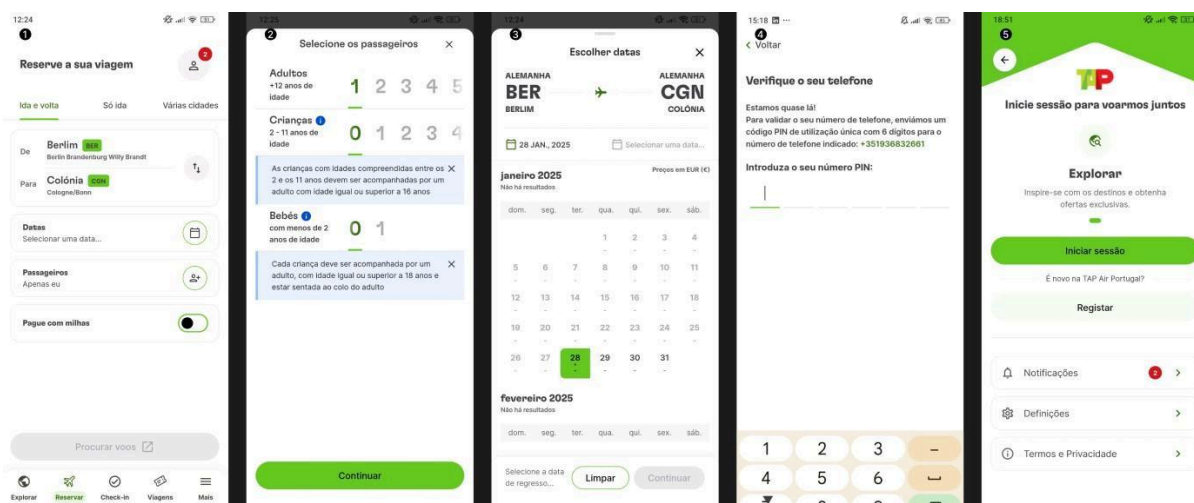


Quanto ao segundo princípio, observa-se que a aplicação adota uma linguagem clara e apresenta *patterns* e soluções para componentes e interações bastante simples e intuitivos. A estrutura dos componentes respeita convenções comuns, o que facilita a compreensão e contribui para uma experiência de navegação mais fluida. A aplicação apresenta também uma linguagem simples e fácil de entender.

Em relação ao terceiro princípio, verifica-se na figura 65 que o sistema apresenta de forma consistente mecanismos que permitem ao utilizador recuar nas suas interações. Quer através de ícones como a “seta” ou o “X”, quer por via da barra de navegação inferior; o utilizador mantém na maioria das situações o controlo sobre o percurso dentro da aplicação, podendo reverter ações com facilidade.

Figura 65

Controlo e liberdade do utilizador no sistema da app TAP (versão 7.1.1)

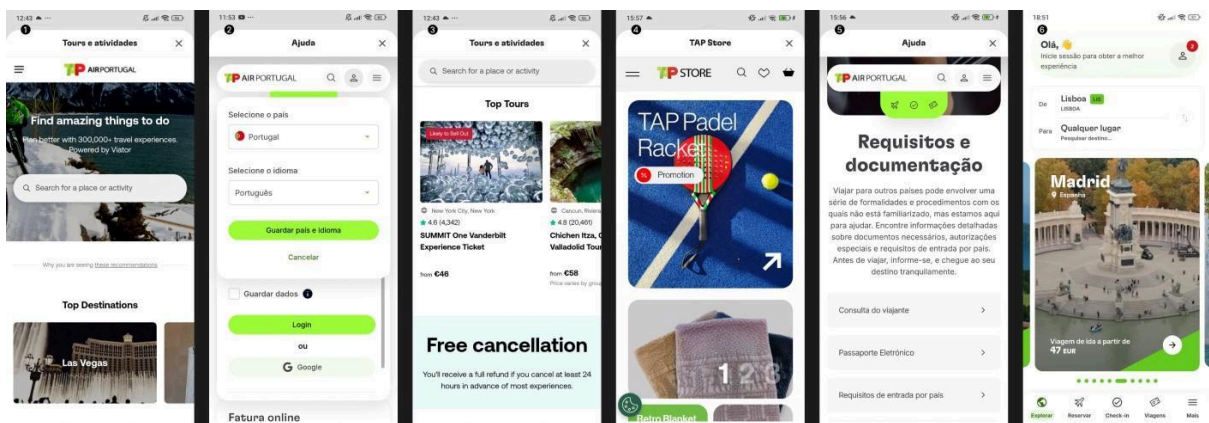


No quarto princípio, a consistência visual e funcional foi um dos aspetos mais criticados na auditoria, especialmente no que diz respeito à integração entre a aplicação principal e os endereços externos. Embora a versão 7.1.1 represente uma melhoria substancial em relação à versão 6.4.3 no que toca à coerência visual, persistem bastantes incoerências nos elementos

externos. Na figura 66, observam-se exemplos que reforçam essa questão: nas imagens 1, 2 e 3, os tons de cor utilizados nas páginas externas, ainda que pertencentes à TAP, não correspondem à paleta oficial da aplicação. Além disso, nas imagens 4, 5 e 6, são apresentadas três barras de navegação distintas: duas no topo da interface com *layouts* e botões em diferentes posições, e uma terceira na parte inferior, correspondente à parte principal da aplicação.

Figura 66

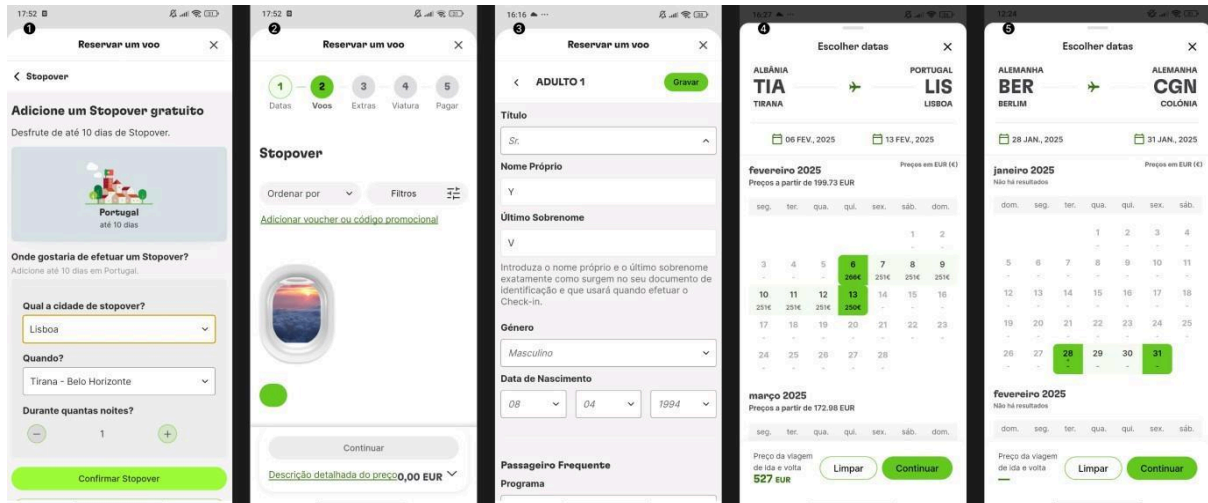
Consistência e *patterns* da app TAP (versão 7.1.1)



No quinto princípio, no que diz respeito à prevenção de erros, a aplicação revela ainda alguns *bugs* ou erros em certas interações. Na figura 67, nas imagens 1 e 2, apresenta um caso onde um *bug* impede que o utilizador conclua a seleção de uma cidade para efetuar o *stopover*, resultando numa interação interrompida e incompleta. Na imagem 3, o sistema não apresenta qualquer aviso de erro quando é introduzido um nome demasiado curto, impossibilitando a conclusão da ação sem qualquer justificação. Por fim, nas imagens 4 e 5, verifica-se uma falha no componente de calendário, onde a informação de preços deixa de ser exibida sempre que o ponto de partida não é Lisboa.

Figura 67

Prevenção de erros da app TAP (versão 7.1.1)



No que diz respeito ao sexto princípio, a aplicação apresenta simultaneamente pontos positivos e negativos. Do lado positivo, na figura 68, como qualquer aplicação de voo, são constantemente disponibilizadas opções para consultar os detalhes dos voos em diferentes fases da reserva – antes, durante e depois (imagens 1, 2 e 3). No componente de pesquisa de países, os termos pesquisados mantêm-se visíveis juntamente com os resultados, oferecendo uma referência visual ao utilizador.

Figura 68

Sexta lei heurística da app TAP (versão 7.1.1) – Pontos positivos

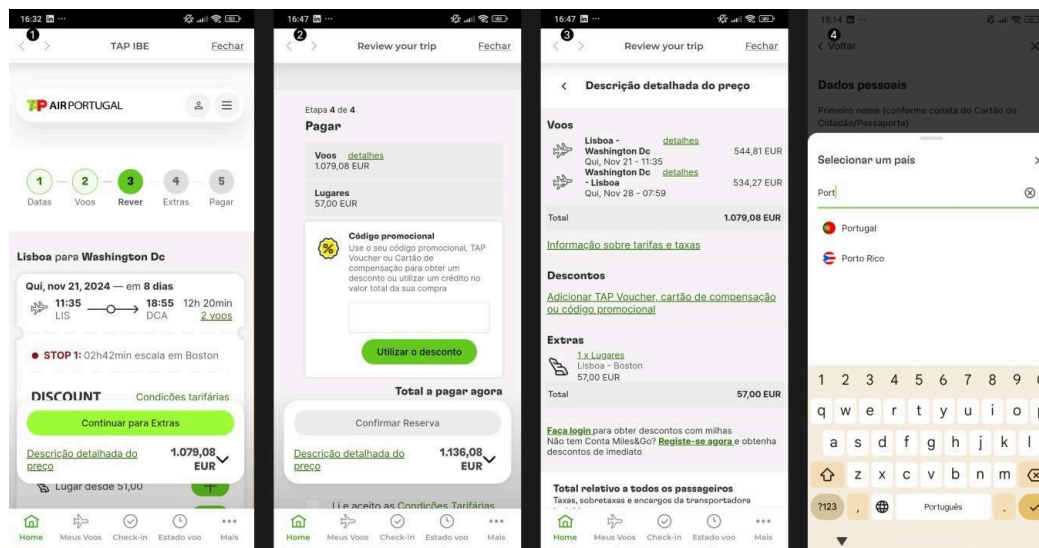
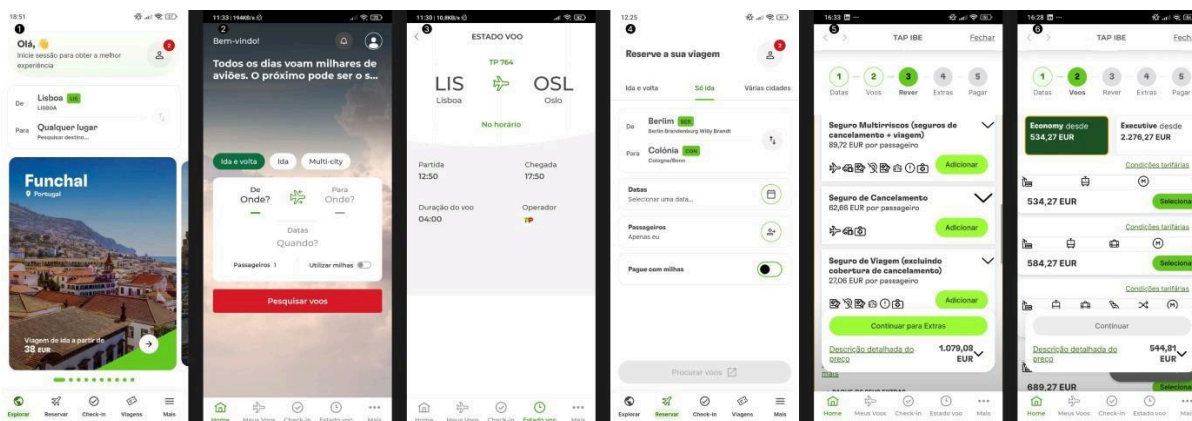


Figura 69

Sexta lei heurística da app TAP (versão 7.1.1) – Pontos negativos



Relativamente aos pontos negativos, com a versão 7.1.1 foi removida a funcionalidade de "Estados de voo", podendo revelar-se como uma limitação, pois impede o utilizador de consultar a disponibilidade de voos, próprios ou não, sem ter previamente efetuado uma reserva (imagens 1, 2 e 3). Adicionalmente, a aplicação não apresenta um histórico de pesquisas recentes, o que obriga o utilizador a repetir operações já realizadas,

contrariando o princípio de reconhecimento proposto pelo princípio heurístico. Para além disso, a ausência de avisos quando o utilizador tenta sair da jornada de reserva apresenta-se como uma limitação. Caso o utilizador o faça inadvertidamente, todo o progresso será perdido sem qualquer alerta (imagem 4). Por último, já referido anteriormente, os ícones presentes na interface de seleção de voos, sem qualquer legenda, revelam-se demasiado abstratos (imagens 5 e 6).

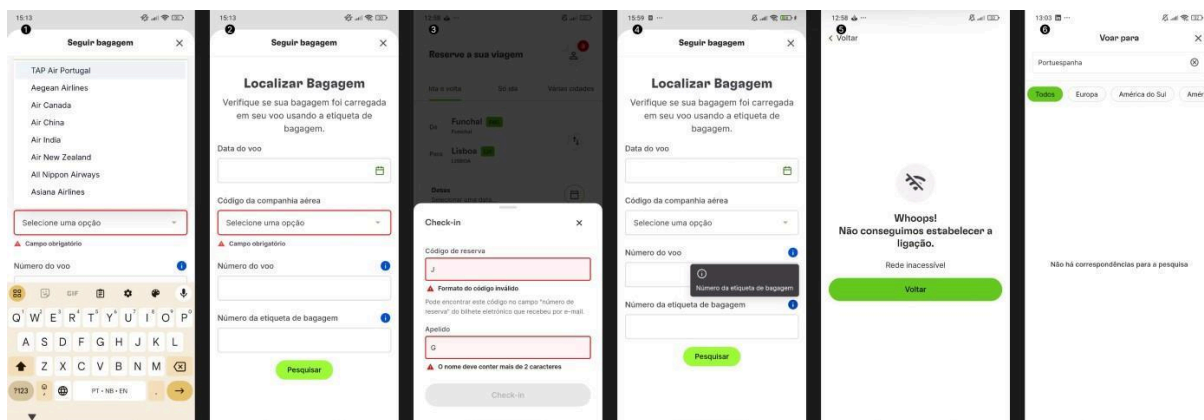
No sétimo princípio, verifica-se que a aplicação não oferece funcionalidades de atalho além dos botões disponíveis na barra de navegação principal. Não são também disponibilizadas opções de personalização da interface.

No oitavo princípio, observa-se que a versão mais recente da aplicação adota em geral uma estética mais minimalista em comparação com a versão anterior. Ainda assim, permanecem várias incoerências a nível visual e estrutural. Entre os problemas identificados incluem-se: excesso de texto em alguns ecrãs, sobreposição de elementos, utilização de ícones pouco intuitivos, áreas úteis reduzidas devido a hierarquias mal definidas e espaçamentos ineficazes, e ainda a repetição de termos desnecessários.

No nono princípio, a aplicação revela na maioria dos casos um bom nível de feedback em situações de erro. No entanto, há algumas exceções em que a ausência de um aviso impede o utilizador de completar a interação devido a um bug. Nas imagens 4, 5 e 6, verifica-se que embora o sistema identifique um erro, a mensagem fornecida não é construtiva. Nestes casos, seria benéfico incluir orientações sobre como o utilizador poderia corrigir a situação em vez de apenas informar que ocorreu uma falha.

Figura 70

Nona lei heurística da app TAP (versão 7.1.1)



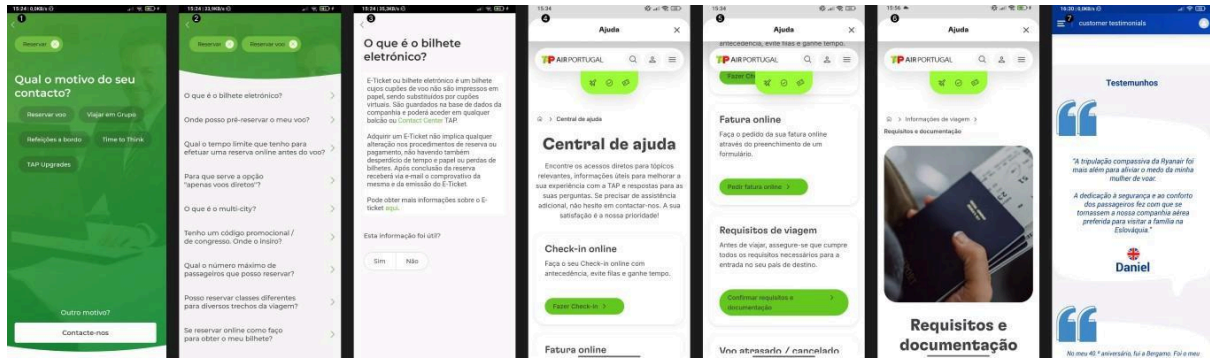
No último princípio, regista-se que a aplicação recorre a botões de informação ou opções de “Saber mais”, para fornecer contexto adicional. No entanto, a necessidade de recorrer a explicações externas revela falhas de design, já que idealmente a interface deveria ser autoexplicativa. Este problema é particularmente evidente na utilização de ícones sem legenda, os quais obrigam à consulta de um menu *dropdown* para compreender o seu significado.

Ainda dentro deste princípio, destaca-se a remodelação da funcionalidade de Ajuda. Apesar de eficiente, a versão presente na atualização 7.1.1 apresenta-se excessivamente fragmentada e com excesso de informação, contrastando-se com a versão 6.4.3 que era mais direta, clara e acessível.

Por último, realça-se a ausência de uma secção de testemunhos ou avaliações de outros utilizadores, uma funcionalidade presente na aplicação da Ryanair, que poderia ajudar na tomada de decisões do utilizador.

Figura 71

Ajuda e documentação da app TAP (versão 7.1.1)



Apêndice 2 - Testes de usabilidade

1.4 Testes de Usabilidade

De forma a avaliar a eficácia e a navegabilidade do protótipo desenvolvido, foi essencial testá-lo com utilizadores reais. Para isso, realizaram-se testes de usabilidade com o intuito de analisar não apenas o desempenho do protótipo, mas, sobretudo, a experiência dos utilizadores durante a sua interação. Estes testes permitiram compreender de que forma os utilizadores percebem e navegam na interface, identificando dificuldades ou obstáculos que possam comprometer a sua experiência. Após a recolha e análise dos resultados dos testes, eventuais dificuldades identificadas serão corrigidas numa segunda iteração, com o objetivo de reforçar a usabilidade e garantir um design centrado no utilizador.

Como referido anteriormente, o protótipo foi desenvolvido na aplicação Figma e, dado o trabalho prévio de auditoria a várias aplicações existentes, optou-se por avançar diretamente para a criação de um protótipo de alta fidelidade. A elaboração de um protótipo de baixa fidelidade foi considerada redundante, uma vez que a extensa análise comparativa e a natureza de remodelação do projeto, forneceram uma base suficientemente sólida para a construção de uma proposta visual e funcional detalhada.

Neste contexto, os testes de usabilidade foram divididos em dois formatos: testes remotos não moderados e testes presenciais moderados. A escolha de ambos os métodos justificou-se pela complementaridade entre as abordagens: os testes remotos, realizados de forma autónoma pelos participantes, possibilitaram maior flexibilidade e um maior número de respostas, embora com menor profundidade qualitativa; por outro lado, os testes presenciais permitiram uma observação direta e a recolha de *feedback* em tempo real, proporcionando dados mais detalhados graças à interação entre o moderador e o participante.

Inicialmente, considerou-se a utilização da plataforma *Maze* para a realização dos testes. Contudo, devido à complexidade e ao peso do protótipo, esta ferramenta revelou-se ineficaz, apresentando limitações severas de desempenho que comprometiam a experiência dos

utilizadores. Devido a esta limitação, recorreu-se à plataforma Useberry, cuja performance revelou-se mais adequada às necessidades do projeto, suportando também de forma mais eficiente o protótipo e os testes a serem realizados.

No total, foram realizados vinte e três testes remotos não moderados e dois testes presenciais moderados. Nos testes presenciais, através de uma observação direta das interações dos utilizadores, recolheu-se impressões e comentários que enriqueceram significativamente a análise. A participação nos testes foi aberta, sem critérios de seleção pré-definidos. Não foram definidos requisitos quanto a idade, género ou experiência prévia com tecnologia, uma vez que o objetivo era recolher uma amostra diversificada, refletindo diferentes perfis de diferentes utilizadores. As tarefas foram disponibilizadas através da plataforma Useberry, que também assegurou a recolha automática de métricas como tempo de conclusão, número de cliques, taxa de sucesso e taxa de abandono. O *feedback* qualitativo foi obtido tanto por via de comentários escritos pelos participantes no final da sessão como através das observações registadas durante os testes presenciais.

Entre as respostas recolhidas, sete foram dadas por profissionais da área de Design de Produtos Digitais – abrangendo funções como *Research*, Programação, *UX Design* e *Design Ops* – garantindo um *feedback* mais oportuno para o desenvolvimento do projeto.

Para dar início aos testes remotos, foi necessário estruturar o questionário e as tarefas, de modo a assegurar que os participantes testassem o protótipo de forma autónoma e fornecessem *feedback* relevante. Assim, foram criados ecrãs introdutórios para cada etapa do teste, que serviam para contextualizar a experiência e orientar os utilizadores ao longo da navegação. Estes ecrãs apresentavam informações essenciais, como o objetivo do projeto, o enquadramento do protótipo, o número de tarefas a realizar e as perguntas que seriam colocadas posteriormente. Paralelamente, foram definidas as perguntas do questionário com o intuito de recolher impressões qualitativas sobre a experiência do utilizador.

1.4.1 Perfil dos participantes

A primeira secção focou-se na recolha de dados demográficos, incluindo a área profissional dos participantes, o seu grau de familiaridade com tecnologia, o histórico de utilização de aplicações de voo e eventuais dificuldades registadas nesse contexto.

Depois de alguns ecrãs de contexto, seguiram-se quatro tarefas específicas, representativas das interações principais do protótipo, pensadas para avaliar a sua navegabilidade e eficácia. As tarefas foram, pela seguinte ordem: Tarefa 1 - Preencher o questionário e editá-lo após chegar à página principal; Tarefa 2 - Reservar um voo; Tarefa 3 - Consultar o estado de um voo; Tarefa 4 - Utilizar a funcionalidade “Mapas do aeroporto/RA” para localizar o Heineken Grand Café.

Após a execução das tarefas, solicitou-se aos participantes que fornecessem *feedback* sobre a experiência de navegação no protótipo. As perguntas abordaram temas como: se conseguiram completar todas as tarefas propostas; se o design lhes pareceu bem desenvolvido; se consideraram eficaz a funcionalidade de “Mapas do aeroporto/RA”; se a aplicação, enquanto solução, tornaria a experiência num aeroporto mais simples ou agradável; e caso tivessem oportunidade, o que mudariam na aplicação.

Por fim, foi pedido aos participantes que avaliassem o protótipo com base nos mesmos parâmetros utilizados para a análise comparativa das aplicações da TAP, Ryanair e Emirates. No entanto, foram feitas algumas adaptações: o parâmetro “Erros” foi excluído, por se tratar de um protótipo ainda em desenvolvimento, e “Intuitividade” foi substituído por “Navegabilidade”, por melhor se adequar ao objetivo da análise. Assim, os critérios de avaliação passaram a ser: Navegabilidade, Consistência, Satisfação e Inovação.

Esta preparação teve como objetivo assegurar que, mesmo num contexto autónomo, os participantes conseguissem compreender cada etapa e interagir com o protótipo de forma natural e fluida. Contudo, como será analisado mais à frente, essa expectativa nem sempre se confirmou.

Depois de finalizada a estruturação do questionário e definidas todas as instruções e tarefas a serem apresentadas, deu-se início à fase de distribuição dos testes. A partilha foi feita

através de um *link* gerado pela plataforma Useberry, permitindo que os participantes acessem facilmente ao protótipo e completassem o teste de forma autónoma.

Como mencionado anteriormente, foram recolhidas 25 respostas de participantes com perfis variados, o que permitiu obter perspectivas de utilizadores com diferentes níveis de experiência no uso de tecnologia.

A maioria dos participantes tem entre 18 e 24 anos (11 pessoas), sendo os restantes distribuídos de forma equilibrada entre os 25 e os 54 anos. Quanto à nacionalidade, predominam os participantes portugueses (18), seguidos por brasileiros (5), um italiano e uma moçambicana. No que diz respeito ao género, 17 participantes identificaram-se como masculinos e 8 como femininos.

Em termos de escolaridade, grande parte dos participantes (12) possui licenciatura, enquanto que os restantes têm mestrado (8) ou outro nível de formação, sendo que a maioria revelou ter um nível avançado de experiência no uso de tecnologias (14).

Relativamente à situação profissional, a maioria trabalha a tempo inteiro (14), seguindo-se 8 estudantes, 2 pessoas desempregadas e 1 com emprego a tempo parcial, sendo que dez dos participantes trabalham ou estudam/estudaram em áreas ligadas ao design.

A maioria dos participantes (18) referiu já ter utilizado aplicações de companhias aéreas, e todos indicaram ter encontrado dificuldades. As mais comuns foram: comparar diferentes opções de voo, como escalas, horários e companhias (12 menções); encontrar as melhores datas e preços (8 menções); e navegar na aplicação, devido a menus pouco claros ou desorganizados (6 menções). É importante referir que no contexto deste projeto, centrado na aplicação móvel da TAP, pelo menos 9 participantes referiram já ter utilizado a app e mencionaram dificuldades na sua navegação. As principais queixas foram: dificuldade em comparar diferentes ofertas de voo, como escalas, horários e companhias (mencionada 6 vezes); dificuldade em encontrar voos com as melhores datas e preços (5 menções); e problemas na navegação da app, devido a menus confusos ou mal organizados (3 menções).

1.4.2 Testes remotos não moderados

1.4.2.1 Análise comparativa das duas iterações

As primeiras impressões recolhidas durante a fase inicial de testagem revelaram algumas inconsistências tanto no protótipo, como também no próprio questionário. Uma das primeiras falhas identificadas foi a ausência de uma pergunta que avaliasse a perceção dos utilizadores relativamente à utilidade do questionário, bem como um erro num dos componentes do protótipo.

Contudo, o principal problema identificado nesta fase foi a dificuldade sentida por vários participantes durante a execução da “Tarefa 1 - Preencher o questionário e editá-lo após chegar à página principal.” Após concluírem o questionário inicial e serem redirecionados à página principal, muitos utilizadores demonstraram alguma incerteza quanto ao passo seguinte. Esta confusão pode ser gerada devido à natureza indireta da tarefa, pois o objetivo de editar o questionário não ocorre logo após o seu preenchimento. O utilizador é primeiro introduzido ao protótipo através de cinco ecrãs de tutorial antes de chegar à página principal, onde poderá editar o questionário. Esta “separação” entre preencher o questionário e editá-lo torna a tarefa menos direta e pode gerar alguma hesitação. Capturado através das gravações de interação obtidas pelo Useberry, foi possível observar que após completarem o questionário, o impulso natural de alguns participantes foi iniciar uma reserva de voo. Esta interação levou-os ao ecrã de pagamento, acabando por se desviarem do objetivo da tarefa, que terminava após a edição do questionário e não com a finalização de uma reserva.

Esta hesitação foi igualmente refletida nos testemunhos recolhidos através do questionário, onde vários participantes expressaram dificuldade em localizar a funcionalidade associada à edição do questionário. Críticas e sugestões como: *“Botão de alterar questionário estava muito escondido. Não foi fácil encontrá-lo”* (Utilizador 1); *“Demorei um tempo para encontrar como fazer alteração na tarefa 2”* (Utilizador 21); *“A parte do questionário seria mais intuitiva se não tivesse tão escondida, poderia ficar em ... cima das sugestões!”* (Utilizador 10); e *“Mudar o [sítio de edição do] questionário inicial do menu para a página inicial e pôr essa opção debaixo das recomendações de destino que a aplicação fornece”* (Utilizador 24)

reforçam a percepção de que a localização e visibilidade deste elemento da interface necessitam de ser revistas. Apesar de uma parte considerável dos utilizadores (20) terem conseguido completar a tarefa de forma satisfatória, este padrão revelou a necessidade de reformular a tarefa na próxima iteração, bem como repensar a ordem geral das tarefas restantes.

Na segunda iteração do questionário, reformulou-se tanto a ordem como a redação das tarefas. Esta reformulação teve como objetivo alinhar a experiência com os comportamentos observados na primeira ronda de testes, e garantir uma avaliação mais precisa de cada tarefa.

A antiga “Tarefa 1. Preencha o questionário e edite-o depois de chegar à página principal” foi substituída por “Tarefa 1. Preencha o questionário e reserve um voo”. Esta alteração teve como fundamento o facto de, após o preenchimento do questionário inicial, a maioria dos utilizadores avançar espontaneamente para a reserva de um voo. Assim, a nova formulação alinou a tarefa com este comportamento, tornando a experiência mais intuitiva e coerente.

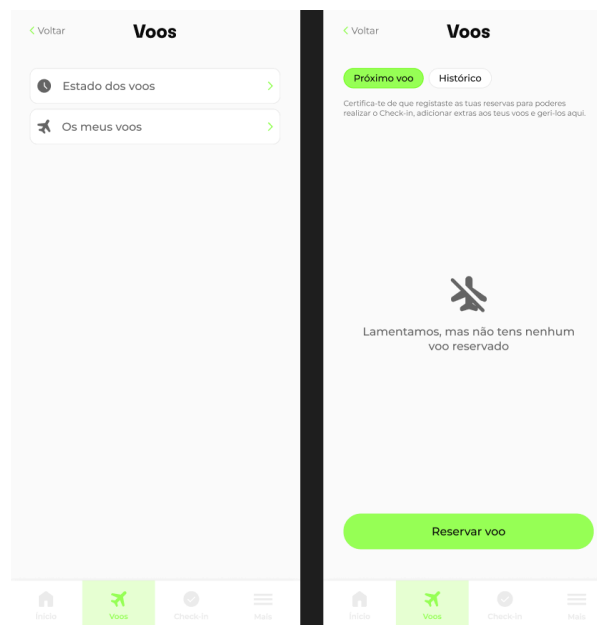
Identificou-se outro obstáculo com a sequência e a formulação das Tarefas 2 e 3 – “Reserve o seu voo” e “Consulte o estado do seu voo.” A forma como estas tarefas foram apresentadas levou a alguns utilizadores a supor que deveriam verificar o estado do voo reservado anteriormente na Tarefa 2. Isto fez com que voltassem a repetir a reserva ou acessem à secção “Os meus voos”, a qual, não fornecia diretamente o estado do voo – como visto na Figura 104. Mesmo assim, é importante estabelecer que a funcionalidade “Estado dos voos” tem como função principal permitir a consulta do estado de qualquer voo em tempo real – e não exclusivamente do voo reservado. Ainda assim, esta confusão reforçou a importância de uma formulação mais precisa das instruções na próxima fase de testes.

Embora vários utilizadores tenham seguido um percurso incorreto na execução desta tarefa, nenhum forneceu *feedback* construtivo sobre o motivo do erro. A única observação que se aproxima de uma explicação, partiu do utilizador 5, que comentou: “*O estado do voo deveria aparecer logo e não de necessitar de repetir o processo de seleção do voo e aeroporto para conseguir verificar o estado.*” Este comentário reflete precisamente a confusão gerada pela redação da tarefa, que levou alguns participantes a assumir que deveriam aceder diretamente à

informação do voo reservado anteriormente. Ainda que essa não fosse a intenção da tarefa, a formulação ambígua acabou por induzi-los a erro, destacando, mais uma vez, a necessidade de reorganizar as instruções na próxima iteração dos testes.

Figura 104

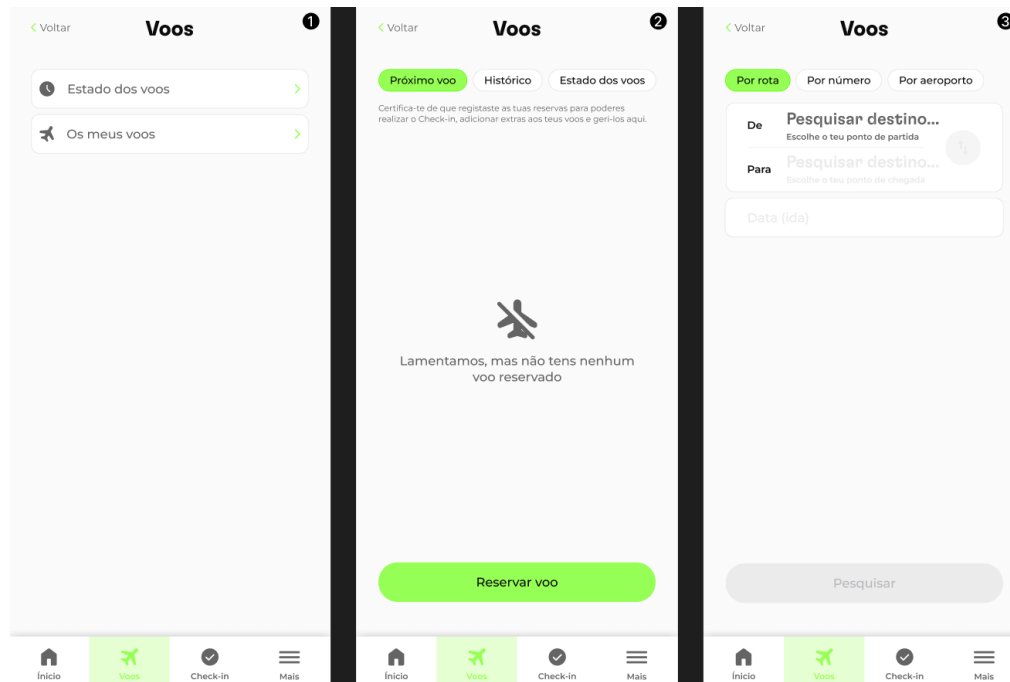
Funcionalidade “Estado dos Voos” no protótipo



Apesar da reformulação da ordem e da escrita das Tarefas 2 e 3, feita para reduzir a ambiguidade identificada na primeira iteração do questionário, considerou-se importante manter a possibilidade de consultar o estado dos voos dentro da secção “Os meus voos” – Figura 105. Esta decisão teve por base o comportamento dos utilizadores que, de forma intuitiva, acediam a esta secção quando procuravam informações sobre os voos. Por este motivo, a funcionalidade “Estado dos voos” foi integrada neste local (“Os meus voos”), procurando adaptar-se às expectativas de navegação destes utilizadores.

Figura 105

“Estado dos voos” na funcionalidade de “Os meus voos”



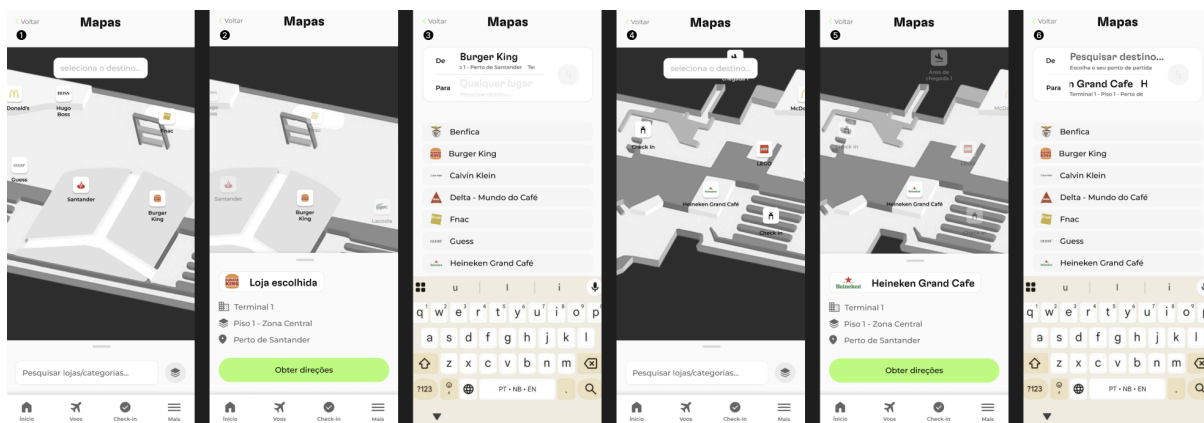
Relativamente à “Tarefa 4. Utilize a funcionalidade ‘Mapas do aeroporto/RA para encontrar o Heineken Grand Café’ – esta não sofreu alterações, havendo apenas dois participantes que não conseguiram concluí-la. Nenhum dos dois forneceu *feedback* que permitisse compreender a razão da não conclusão da tarefa, inclusive, o utilizador 2 registou apenas 5 cliques durante a interação com a Tarefa 4 – o que, como será demonstrado mais à frente, está abaixo do número mínimo de cliques necessários para completar a tarefa.

No entanto, foi identificado um componente no protótipo que gerou confusão em pelo menos dois utilizadores, conforme demonstrado nos testemunhos recolhidos na primeira iteração do questionário: “O heineken café estava a dizer burger king mas deu” (utilizador 6) e “Houve um erro na parte de escolher o destino das lojas, estando na interface só a escolha de burger King” (utilizador 8). O componente em questão, ilustrado na Figura 106, contrariava o objetivo da tarefa – localizar o Heineken Grand Café – ao apresentar inicialmente o Burger King (imagem

2). Este detalhe criou uma inconsistência entre o enunciado da tarefa e os elementos apresentados na interface, levantando a questão: por que razão um utilizador optaria por seleccionar o Burger King se a tarefa solicitava encontrar o Heineken Grand Café? Tendo em conta a confusão gerada, o componente foi reformulado na segunda iteração do questionário, como se pode observar nas imagens 4, 5 e 6, da mesma figura.

Figura 106

Comparação entre protótipos das diferentes iterações dos questionários



1.4.3 Performance dos participantes nas tarefas

Dada a contextualização dos dados recolhidos e as melhorias implementadas entre a primeira e a segunda iteração do questionário, segue-se agora a análise do número de cliques necessários para a conclusão bem-sucedida das tarefas. Esta análise tem em conta ambas as iterações, considerando que algumas tarefas foram reformuladas e reorganizadas na segunda versão.

Optou-se por não considerar o tempo da realização das tarefas pelos utilizadores na análise, uma vez que os testes foram realizados em contexto remoto e não controlado, permitindo distrações e outros comportamentos. Assim, o tempo total não reflete necessariamente o esforço

real dedicado à realização das tarefas. Também, os dois questionários realizados de forma moderada e presencial serão incluídos na análise de cliques e na comparação dos valores, pois foram conduzidos na mesma plataforma (Useberry) e não sofreram nenhuma intervenção ou manipulação por parte do moderador, garantindo a mesma consistência durante a recolha de dados do que os testes remotos.

É relevante destacar que na primeira iteração, ocorreu um erro na plataforma de testes (Useberry) que resultou na corrupção parcial dos dados, impossibilitando o acesso ao número de cliques dos utilizadores 9 e 10.

Importa ainda esclarecer que os valores de cliques apresentados são estimativas, baseadas nos dados fornecidos pela própria plataforma, que por vezes regista toques adicionais sem que correspondam a ações efetivas dos utilizadores. Ainda assim, dado que todos os testes decorreram no mesmo ambiente e dentro das mesmas condições, esta métrica mantém-se consistente, permitindo uma comparação congruente entre os participantes, ainda que os valores devam ser interpretados como aproximações precisas e não como números absolutos.

Com base em testes realizados previamente no próprio protótipo, foi possível estimar o número mínimo de cliques necessários para completar com sucesso cada tarefa. Esta estimativa baseia-se na execução dos caminhos mais diretos e eficientes possíveis dentro do fluxo de interação definido, considerando o percurso ideal previsto durante a criação e estruturação do protótipo.

Visto isto, na primeira iteração, a Tarefa 1 - “Preencher o questionário e editá-lo após chegar à página principal” – exigiu um mínimo de 34 cliques; a Tarefa 2 - “Consultar o estado de um voo” – 44 cliques; a Tarefa 3 - “Reservar um voo” – 15 cliques; e a Tarefa 4 - “Utilizar a funcionalidade ‘Mapas do aeroporto/RA’ para encontrar o Heineken Grand Cafe” – 12 cliques.

Na segunda iteração, os valores ajustaram-se de acordo com as alterações feitas: a nova Tarefa 1 - “Preencher o questionário e reservar um voo” – passou a requerer 70 cliques, e a

Tarefa 2 - “Editar o questionário” – 11 cliques. As Tarefas 3 e 4 mantiveram-se inalteradas na sua estrutura, registrando entre 14 e 15 cliques, e entre 12 e 18 cliques¹⁹, respetivamente.

Com base na análise do número de cliques registados pelos participantes nas duas iterações do questionário, é possível identificar alguns padrões relevantes sobre a eficiência da navegação e o impacto das reformulações efetuadas entre as duas versões do questionário.

Na primeira iteração, composta por 10 utilizadores, a Tarefa 1 registou uma média de 98 cliques por utilizador, a Tarefa 2 uma média de 48 cliques, a Tarefa 3, 51 cliques, e a Tarefa 4 ficou com uma média de 29 cliques.

Ao observar os valores mínimos de cliques por utilizador para completar cada tarefa, destacam-se: 42 cliques na Tarefa 1, 16 na Tarefa 2, 17 na Tarefa 3 e 19 na Tarefa 4. Como mencionado anteriormente, um caso particular aconteceu com o Utilizador 2, que registou apenas 5 cliques na Tarefa 4 – Um número inferior ao estimado como suficiente para completar com sucesso a tarefa, que é de 12 cliques com base nos testes realizados previamente, ou 29 cliques segundo a média observada entre os utilizadores participantes no estudo. Este valor insuficiente pode ser justificado por diferentes razões: ou o utilizador abandonou a tarefa antes do tempo, ou não interagiu corretamente com a interface, ou até mesmo, pode ter ocorrido uma falha de registo por parte da plataforma. Não obstante, por contraste entre os utilizadores que não completaram as tarefas, os valores mínimos de cliques foram: 12 na Tarefa 1, 0 na Tarefa 2, 11 na Tarefa 3 e 5 na Tarefa 4.

Estes valores revelam uma clara desistência ou uma interação superficial com o protótipo. Em oposição, os utilizadores restantes que também não completaram as tarefas mas demonstraram maior envolvimento, registaram os seguintes valores máximos de cliques: 230 na Tarefa 1, 23 na Tarefa 2, 80 na Tarefa 3 e 31 na Tarefa 4. Isto evidencia um esforço considerável antes da desistência, indicando um nível de tentativas mais elevado, em contraste com os anteriores. Esta comparação entre o número médio, mínimo e máximo de cliques permite avaliar

¹⁹ Os valores (12 a 18 cliques) são estimativas. Apesar de envolverem as mesmas interações, a contagem variou entre tentativas, sugerindo que a plataforma pode registar cliques adicionais face ao número real de ações do utilizador.

a eficiência da interface, o nível de envolvimento e desempenho dos utilizadores e a complexidade percebida em cada tarefa.

Na segunda iteração²⁰, composta por 13 utilizadores, registou-se uma maior taxa de sucesso na completude das tarefas. As médias por tarefa foram: 98 cliques na Tarefa 1, 70 na Tarefa 2, 22 na Tarefa 3 e 26 na Tarefa 4.

No entanto, importa esclarecer que entre as versões houve alterações na estrutura das tarefas: a Tarefa 2 da iteração 1 corresponde à Tarefa 3 da iteração 2, enquanto a Tarefa 4 manteve-se inalterada. O número mínimo de cliques registado por utilizadores que completaram as tarefas nesta segunda iteração foi: 81 cliques na Tarefa 1, 10 na Tarefa 2, 12 na Tarefa 3 e 16 na Tarefa 4. Comparando as tarefas idênticas entre iterações, pode-se observar melhorias significativas. A “Tarefa 2. Consulte o estado de um voo” na iteração 1 apresentava uma média de 48 cliques, enquanto que a tarefa equivalente na iteração 2 (Tarefa 3) registou apenas 22 cliques. Na Tarefa 4, a média desceu de 29 cliques para 26 cliques.

No entanto, as tarefas que incluíam a ação de editar o questionário continuaram a apresentar algumas dificuldades. A Tarefa 2 da iteração 2, apesar das melhorias, registou valores altos de cliques em alguns casos (ex.: 312, 127 e 242 cliques). Isto indica que a funcionalidade de edição do questionário ainda se encontra pouco visível ou intuitiva. A situação repete-se também na Tarefa 1 da iteração 1, onde foram observados valores como 230, 139, 189 e 118 cliques, sendo também esta a tarefa com o maior número de desistências (5 utilizadores)²¹.

É importante acrescentar, que nesta segunda iteração, participaram 7 profissionais da área de design, o que poderá justificar parte da melhoria presente nos resultados. Quando se excluem os profissionais, considerando apenas os 6 utilizadores restantes, as médias de cliques sobem para: 109 cliques na Tarefa 1, 93 na Tarefa 2, 21 na Tarefa 3 e 28 na Tarefa 4. Por sua vez, as médias apresentadas apenas pelos profissionais foram de: 89 cliques na Tarefa 1, 52 na Tarefa 2, 22 na Tarefa 3 e 25 na Tarefa 4. Coloca-se então, a questão: a diminuição geral do número de

²⁰ O link apresentado nesta nota corresponde à segunda versão do protótipo testado na plataforma Useberry, em análise neste capítulo, desenvolvida em Figma:  Figma

²¹ Para mais informações, consultar Tabela 1, na página 192.

cliques resultou da participação de profissionais da área ou da reformulação e reestruturação das tarefas?

Apesar da segunda iteração ter contado com estes profissionais – cujos resultados foram, como seria de esperar, mais eficientes – os dados demonstram que a reformulação e reestruturação das tarefas foi o principal fator responsável pela melhoria do desempenho global dos utilizadores.

Ao comparar as médias de cliques por tarefa entre as duas iterações, mesmo excluindo os profissionais, observa-se um padrão importante. Na iteração 1, as médias de cliques foram de 98 na Tarefa 1, 48 na Tarefa 2, 51 na Tarefa 3 e 29 na Tarefa 4. Já os seis utilizadores não profissionais da iteração 2 registaram 109 cliques na Tarefa 1, 93 na Tarefa 2, 21 na Tarefa 3 e 28 na Tarefa 4. Apesar da Tarefa 2 na segunda iteração apresentar uma média superior à da iteração anterior, o seu desempenho revelou-se mais eficiente em termos qualitativos, verificando-se uma redução significativa no número de desistências.²²

É igualmente importante reforçar que, apesar da diferença no número de participantes entre as duas iterações (10 na primeira e 6 na segunda – o grupo de utilizadores não profissionais), esta variação não é suficiente para justificar, por si só, os resultados observados. A consistência dos dados obtidos em conjunto com estes 6 utilizadores reforça que a melhoria no desempenho está diretamente relacionada com a reformulação das tarefas. A sua reestruturação contribuiu para uma interação mais intuitiva com o protótipo, reduzindo cliques desnecessários na maioria dos casos, diminuindo a frustração e, sobretudo, a taxa de abandono das tarefas.

²² Para mais informações, consultar Tabelas 1 e 2, nas páginas 192 e 193, respetivamente.

Tabela 1

Resultados da primeira iteração do questionário

	Iteração 1 do questionário			
	Tarefa 1 Interactar a aprendizagem e colhe o apoio de chegar à página principal	Tarefa 2 Reservar o meu voto	Tarefa 3 Consultar o estado do meu voto	Tarefa 4 Utilizar o funcionamento "ajuda do percurso" para encontrar o Hardware Control City
U1	✓	✓	✗	✓
U2	✗	✗	✓	✗
U3	✓	✓	✓	✓
U4	✓	✓	✓	✓
U5	✗	✓	✓	✓
U6	✗	✓	✗	✓
U7	✓	✓	✓	✓
U8	✓	✓	✓	✓
U9	✗	✗	✗	✓
U10	✓	✓	✓	✓
U11	✓	✓	✓	✓
U12	✗	✗	✗	✗

Nota. Os símbolos de visto (✓) representam o sucesso na conclusão das tarefas propostas. Os símbolos de cruz (✗) representam situações em que os participantes optaram por avançar para a tarefa seguinte sem completar a anterior. A designação U1 a U12 refere-se à identificação atribuída a cada participante, representando respetivamente o Utilizador 1, Utilizador 2, Utilizador 3, e assim sucessivamente.

Tabela 2

Resultados da segunda iteração do questionário

	Iteração 2 do questionário			
	Tarefa 1 Presencha o questionário e reserva um voo	Tarefa 2 Entra o questionário	Tarefa 3 Consulta o estado de um voo	Tarefa 4 Utiliza a funcionalidade "Trapas do computador" para encontrar o Hawaiian Grand Café
mod. U13	✓	✓	✓	✓
U14	✓	✓	✓	✓
U15	✓	✓	✓	✓
U16	✓	✓	✓	✓
U17	✓	✓	✓	✓
U18	✓	✓	✓	✓
U19	✓	✓	✓	✓
U20	✓	✗	✓	✓
U21	✓	✓	✓	✓
U22	✓	✓	✓	✓
U23	✓	✓	✓	✓
mod. U24	✓	✓	✓	✓
U25	✓	✓	✓	✓

Nota. A abreviação “mod.” que aparece acima de “U13” e “U24” refere-se aos testes presenciais moderados.

Adicionalmente, no que diz respeito ao *feedback* recolhido durante os testes remotos não moderados – grande parte já mencionado anteriormente – destacam-se ainda algumas observações e sugestões pertinentes. Um dos participantes referiu: “Colocaria as opções que teria de escolher a bold. Ex: depois da reserva de voo a escolha das datas e do número de passageiros passa um pouco despercebida.” (Utilizador 23). De forma semelhante, outro participante sugeriu colocar: “as próximas opções a escolher a outra cor ou a bold para se destacar melhor.” (Utilizador 19); e ainda “Destacaria as opções a escolher” (Utilizador 25).

Foi ainda realçada a necessidade de apoio ao utilizador, com a recomendação: *“Apenas adicionaria um menu de ajuda no campo das reservas caso seja necessária assistência.”* (Utilizador 3). Por fim, surgiu também uma crítica relacionada com a descoberta e visibilidade de funcionalidades: *“Opções como a [RA] no aeroporto deveriam ter uma diferenciação hierárquica. Se não fosse a tarefa, não me ia lembrar da funcionalidade. O design deveria ser mais convidativo à exploração e ter pop-ups periódicos a relembrar funcionalidades.”* (Utilizador 5).

A funcionalidade de Realidade Aumentada destacou-se como a mais bem-sucedida em termos de taxa de completude, registando apenas 2 desistências num total de 25 participantes ao longo das duas iterações. Além do bom desempenho, foi também elogiada por vários utilizadores em ambas as iterações do teste. Entre os comentários, destacam-se: *“Seria interessante no caso de estar num Aeroporto em que não estou familiarizado. As indicações no chão, assim como a indicação de onde estou direcionado são bem intuitivas.”* (Utilizador 4); *“Existe uma experiência mais personalizada e conectada com o Aeroporto.”* (Utilizador 5); *“A aplicação indica caminho até à loja ou local pretendido através da função de RA.”* (Utilizador 8); *“O mapa ajuda muito! Achei muito funcional, principalmente com a realidade aumentada.”* (Utilizador 10); *“Está bem organizada, é intuitiva e dá imenso jeito conseguir ver como ir de um sítio ao outro do aeroporto.”* (Utilizador 11); entre outros.

Também o protótipo e a interface no geral, receberam comentários positivos. Alguns utilizadores referiram: *“Está visualmente mais agradável que as apps existentes.”* (Utilizador 1); *“Design intuitivo, fácil acesso ao menus e boa implementação de ferramentas de orientação.”* (Utilizador 3); *“É inovadora e fácil de navegar.”* (Utilizador 7).

O questionário inicial foi também bem recebido, tendo pelo menos 11 utilizadores considerado esta funcionalidade útil – recordando que esta pergunta só foi incluída na segunda iteração – sendo que um deles destacou: *“O questionário inicial [acaba] por servir de montra de destinos possíveis de escolher.”* (Utilizador 13).

De forma geral, tendo por base os quatro parâmetros de avaliação definidos anteriormente – Navegabilidade, Consistência, Satisfação e Inovação – a proposta foi bem recebida pelos participantes, alcançando as seguintes classificações médias (num máximo de 5): 4.44 em Navegabilidade, 4.6 em Consistência, 4.28 em Satisfação e 4.04 em Inovação.

1.4.4 Testes presenciais moderados²³

Relativamente aos testes presenciais moderados, realizados na segunda iteração do questionário com os utilizadores 13 e 24, foram dadas apenas indicações pontuais – como o esclarecimento sobre quais áreas eram clicáveis (visto tratar-se de um protótipo) e lembretes sobre a tarefa em execução, sempre que o utilizador demonstrava sinais de confusão.

Começando pelo utilizador 13, na Tarefa 1, começou por referir que o aviso do carregamento do protótipo deveria surgir mais cedo: *“devia estar antes, não é depois de ele ter carregado”* (Mendes, 2025a). Mais tarde, demonstrou alguma confusão com os tutoriais, interagindo com eles como se fossem funcionais. Imediatamente após essa secção, esqueceu-se da tarefa e teve de a reler, comportamento já observado noutros utilizadores. Na escolha de lugares, selecionou o mesmo lugar várias vezes, o que pode indicar a ausência de um *feedback* claro sobre o próximo passo, comentando também sobre a visibilidade das etapas: *“Logo no início quando é para escolher as datas e os passageiros aqueles passos cá em cima deviam ... à medida que tu vais preenchendo, os passos a seguir deviam ficar mais visíveis ... [fiquei a pensar] onde é que eu vou carregar a seguir, e depois é que eu percebi que tinha de escolher a data de regresso”* (Mendes, 2025a).

Na Tarefa 3, o utilizador sugeriu uma correção textual na tarefa, fora isso, realizou-a sem dificuldades.

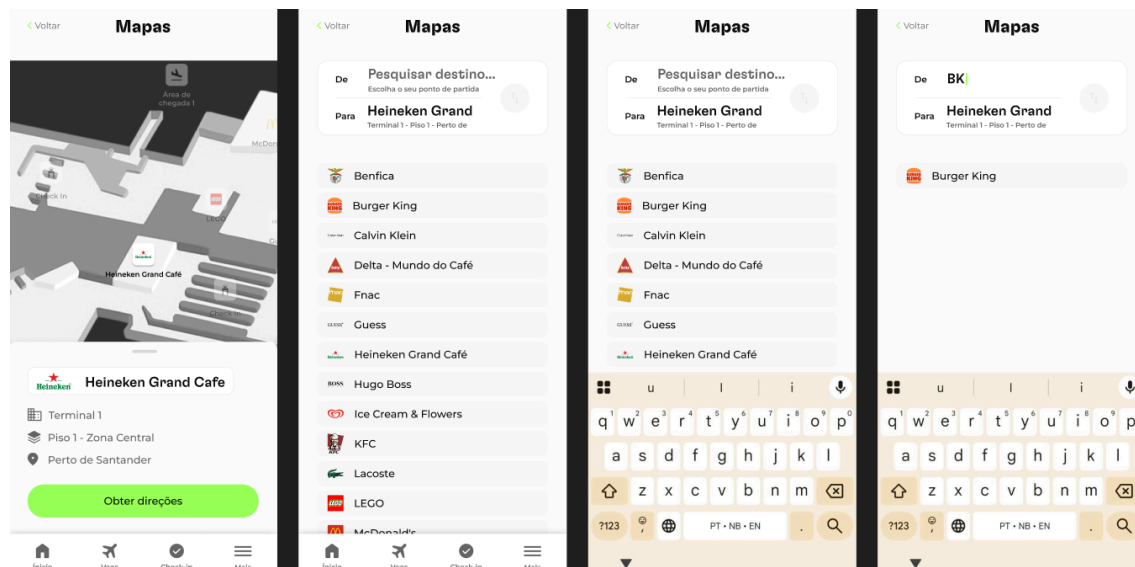
²³ O link apresentado nesta nota remete para os testes de usabilidade presenciais não moderados realizados com os utilizadores 13 e 24, cuja análise é desenvolvida neste capítulo. As sessões foram gravadas com registo de voz e ecrã, através de smartphone, para posterior análise qualitativa:

■ Teste de usabilidade do protótipo - Utilizador 13 ; ■ Teste de usabilidade do protótipo - Utilizador 24

Na Tarefa 4, voltou a sugerir a correção do texto da tarefa. Ao tentar utilizar o *slider* de “Pesquisar lojas/categorias” para encontrar o Heineken Grand Cafe, notou que os botões não funcionavam – uma limitação do protótipo atual. Ainda assim, será uma mais valia a implementação da funcionalidade. Na próxima etapa, durante a seleção do ponto de partida (Burger King), expôs um problema de orientação e *feedback* visual. Como o local de partida representa de forma hipotética, o ponto onde o utilizador se encontra fisicamente, a ausência de um indicador claro gera confusão – tal como expressou: “*eu preciso de saber que estou a partir do burger king*” (Mendes, 2025a) (ver figura 109). Assim, sugeriu a implementação de um ícone que indicasse a localização atual do utilizador da aplicação.

Figura 107

Funcionalidade de ‘Mapas’ - Seleção do ponto de partida



Relativamente ao segundo utilizador 24, na Tarefa 1, mostrou alguma hesitação durante a seleção de tarifas. Apesar de ter percebido rapidamente o funcionamento, levantou uma questão

relevante: “*são as duas tarifas básicas mas [com] preços diferentes*”, (Mendes, 2025b), o que sugere que o uso repetido do termo “básica” (ver as imagens na fila inferior, na figura 92) nas três opções (Básica, Básica Regular e Básica Plus) pode gerar confusão. Na escolha da tarifa de regresso, voltou a surgir a dúvida sobre os próximos passos, tal como aconteceu com a utilizadora 13. Ao seleccionar um lugar, repetiu a ação várias vezes, o que reforça que falta um *feedback* visual mais evidente após a seleção.

Na Tarefa 2, dirigiu-se diretamente ao perfil, tal como vários outros utilizadores fizeram (como se observa nas gravações de ecrã do Useberry), dizendo: “*Ir ao perfil, procurar a reserva que fiz*” (Mendes, 2025b). Clicou repetidamente em ‘Estado dos voos’, ‘Ajuda’ e ‘Serviços adicionais’, demonstrando que a funcionalidade de edição continua pouco intuitiva. Após cerca de dois minutos e várias leituras da tarefa, acabou por encontrá-la, dizendo que só precisava de ter explorado o menu.

Na Tarefa 3, não fez observações, embora tenha clicado várias vezes nas datas mesmo após seleccionar a única disponível (16 de janeiro). Pode ter assumido que, à semelhança da tarefa de reserva, teria de escolher duas datas.

Na Tarefa 4, não fez qualquer comentário executando a tarefa de forma imediata, elogiando a funcionalidade: “*Bem intuitivo, gostei*” (Mendes, 2025b).

Em conclusão, a realização dos testes de usabilidade permitiu recolher dados relevantes sobre a usabilidade do protótipo, bem como identificar padrões de comportamento e dificuldades enfrentadas pelos utilizadores. A estruturação do questionário e das tarefas gerou inicialmente uma confusão que prejudicou a performance de alguns utilizadores. Não obstante, a maioria dos utilizadores registou uma experiência relativamente fluida, mesmo em contexto autónomo, embora alguns desafios de compreensão e navegação tenham sido registados. No que diz respeito à utilidade percebida do protótipo num cenário real, foi perguntado aos utilizadores se consideravam que este tornaria a experiência mais simples ou agradável. A maioria (22) respondeu positivamente, reconhecendo o seu potencial para melhorar a experiência num espaço aeroportuário.

A análise das respostas revelou uma diferença na percepção da complexidade e na fluidez de execução das tarefas entre diferentes utilizadores. A “Tarefa 1. Preencha o questionário e edite-o depois de chegar à página principal” e a “Tarefa 3. Consulte o estado do um voo” da iteração 1, bem como a “Tarefa 2. Edite o questionário” da segunda iteração, suscitaram mais dificuldades, tanto pela natureza das interações como pela estruturação dos enunciados. Por outro lado, tarefas mais diretas, como a Tarefa 4 de ambas as iterações, foram geralmente bem compreendidas e concluídas com facilidade. Com base no feedback recolhido tanto nos testes remotos não moderados como nos testes presenciais moderados – que proporcionaram um maior *feedback* qualitativo – será possível definir uma base sólida para a melhoria do protótipo existente, garantindo uma experiência mais eficaz e centrada no utilizador.

2. Segunda iteração do protótipo

Após a análise dos resultados da primeira iteração do protótipo, concluiu-se que, apesar de este se revelar geralmente eficiente na resolução da problemática estabelecida, uma minoria dos utilizadores enfrentou algumas dificuldades. Embora esses problemas não tenham comprometido a experiência geral, a sua resolução pode contribuir para uma navegação mais intuitiva e acessível para todos, sem prejudicar os que não encontraram obstáculos. Assim, as melhorias propostas nesta segunda iteração baseiam-se no *feedback* recolhido, sendo que nem todas as sugestões foram implementadas.

2.1. Melhorias a implementar

2.1.1. Editar o questionário

A funcionalidade de edição do questionário foi a mais criticada durante os testes de usabilidade, com vários utilizadores a revelarem dificuldades em encontrá-la. Para simplificar este processo, foi adicionado um botão de “Editar”, como visto na Figura 108, na secção anteriormente designada como “As tuas recomendações”, agora apenas “Recomendações”, tornando a ação mais visível e acessível. Assim esta mudança, responde diretamente a dificuldades como: *“Botão de alterar questionário estava muito escondido. Não foi fácil encontrá-lo”* (Utilizador 1).

Figura 108

Comparação entre iterações do protótipo - Página inicial



Nota. Imagem 1, corresponde à primeira iteração; Imagem 2, corresponde à segunda iteração.

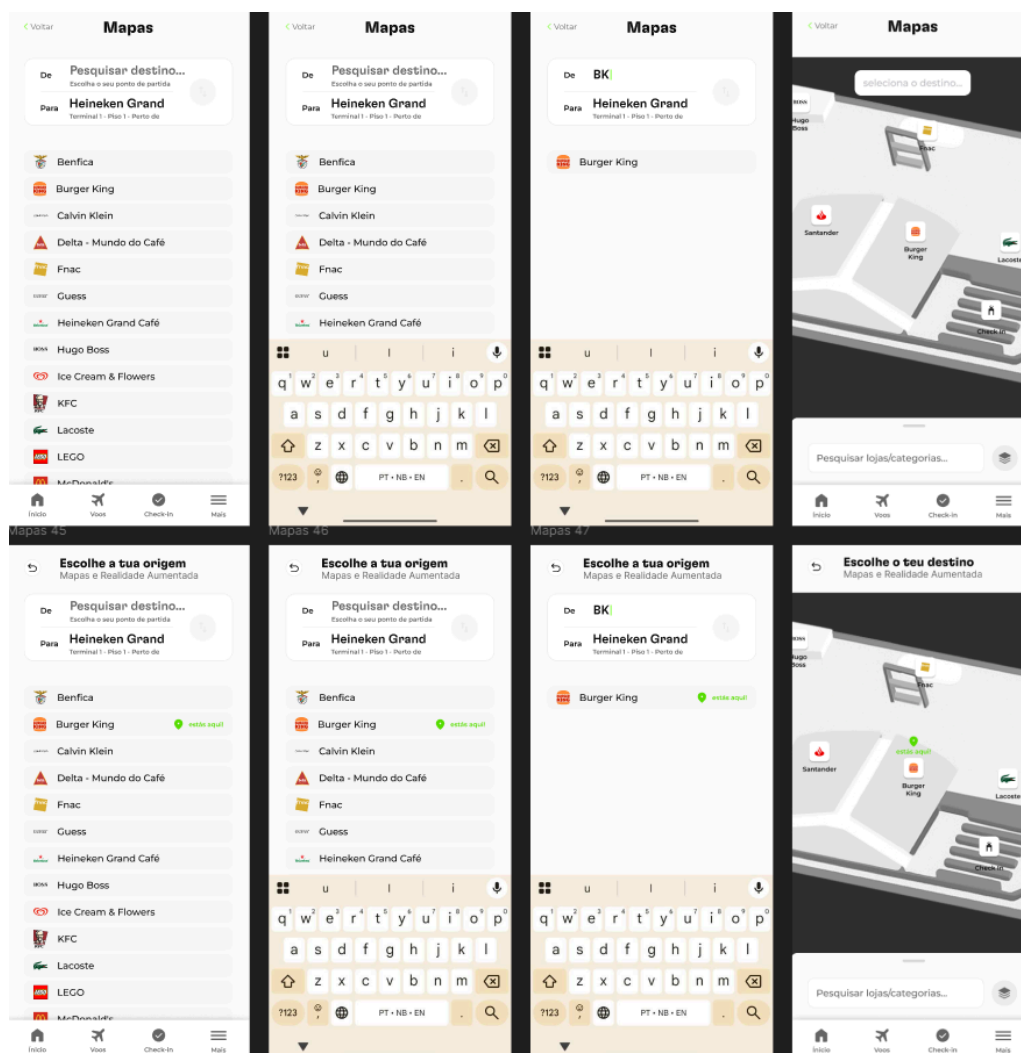
2.1.2 Funcionalidade ‘Mapas do aeroporto/RA’

Sendo a funcionalidade com maior taxa de completude nos testes, as críticas foram pontuais mas pertinentes. Devido à formulação da tarefa, detetou-se uma incoerência entre o nome da loja apresentado no ecrã (*Burger King*) e o local que era esperado pelos utilizadores (*Heineken Cafe*). Havendo assim, dois utilizadores a referir que este problema os induzia a erro durante a interação com esta funcionalidade: “O heineken cafe estava a dizer burger king mas deu” (utilizador 6) e “Houve um erro na parte de escolher o destino das lojas, estando na

interface só a escolha de burger King” (utilizador 8). Resolveu-se este problema de forma bastante simples e direta. Nas secções onde surgia uma menção ao *Burger King*, foi adicionada uma indicação de localização, como ilustrado na Figura 109. Isto para corresponder com a tarefa proposta nos testes de usabilidade. Importa referir que, num cenário real, esta indicação não estaria fixa no *Burger King*, mas sim adaptada à posição real do utilizador.

Figura 109

Comparação entre iterações do protótipo - Realidade Aumentada (1)

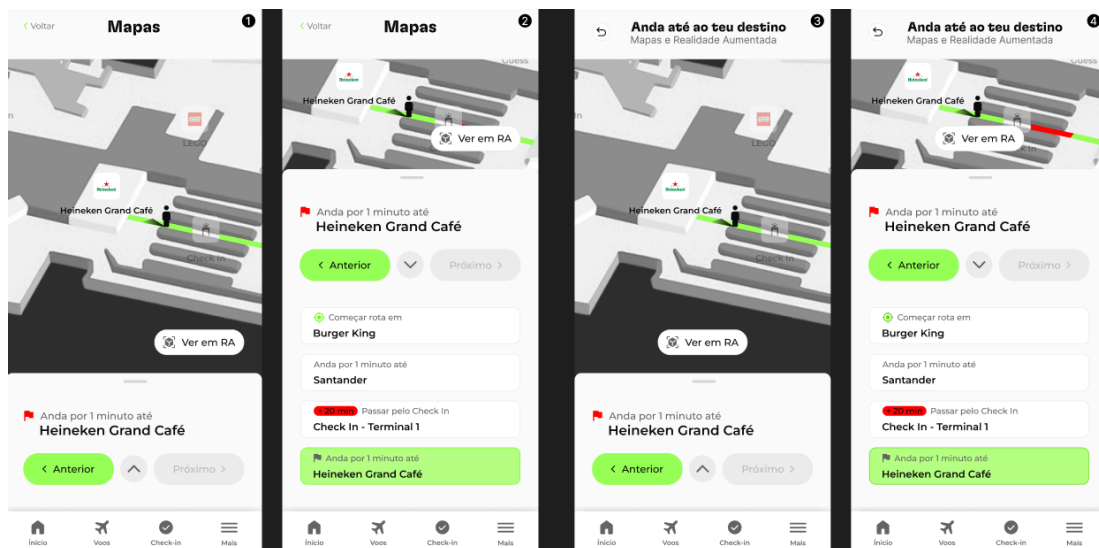


Nota. Em cima, a primeira iteração; em baixo, a segunda iteração.

Adicionalmente, para melhorar a visibilidade da funcionalidade de Realidade Aumentada, foi reposicionado o botão “Ver em AR” para o centro da interface. Esta mudança procura diferenciar este elemento dos restantes, evitando que passe despercebido ao utilizador. Através desta mudança, responde-se ao *feedback* dado pelo utilizador 5: “Opções como a [RA] no aeroporto deveriam ter uma diferenciação hierárquica. Se não fosse a tarefa, não me ia lembrar da funcionalidade.”

Figura 110

Comparação entre iterações do protótipo - Realidade Aumentada (2)



Nota. Imagens, 1 e 2 correspondem à primeira iteração; Imagens 3 e 4, correspondem à segunda iteração

2.1.3 Destaque das próximas opções

Um dos aspetos mais apontados pelos utilizadores (4 no total) foi a ausência de um destaque visual claro para as próximas ações a realizar. Foram sugeridas soluções como o uso de texto a negrito ou cores diferentes que facilitassem a perceção das etapas seguintes na navegação.

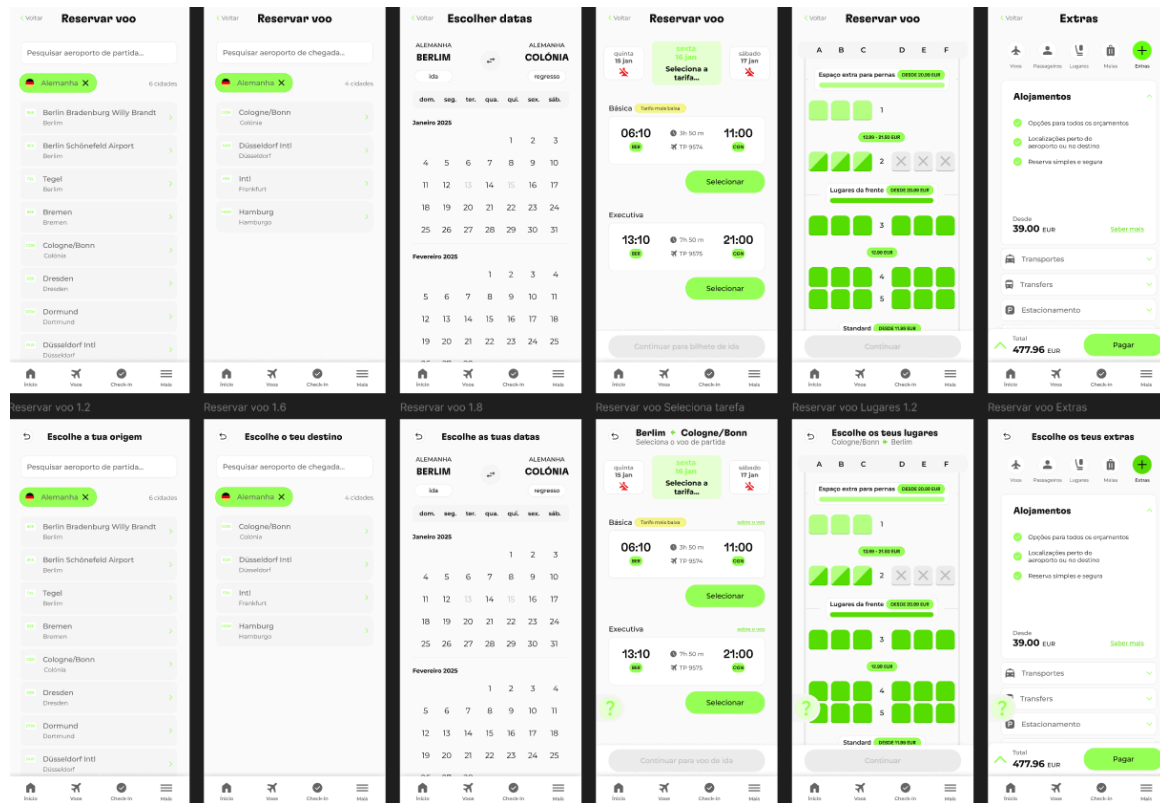
Perante este feedback, optou-se por uma abordagem mais subtil. Embora alguns utilizadores tenham sugerido o uso direto de texto a negrito para destacar os próximos passos, considerou-se mais adequado introduzir um elemento de contextualização no canto superior da interface, através de títulos que indicam a ação em curso, como ilustrado na Figura 111.

Com o objetivo de manter a familiaridade e a consistência com os padrões seguidos por aplicações móveis de bordo já existentes, e ao mesmo tempo responder ao *feedback* dos utilizadores – “*Destacaria as opções a escolher*” (Utilizador 25) – procedeu-se à reformulação dos títulos das diferentes secções. Estes passam agora a indicar, de forma mais clara e direta, a tarefa em curso, ao invés de apenas anteciparem o passo seguinte, como acontecia na iteração anterior.²⁴

²⁴ Será desenvolvido com maior detalhe no subcapítulo “2.1.5 Reformulação textual” (na página 207).

Figura 111

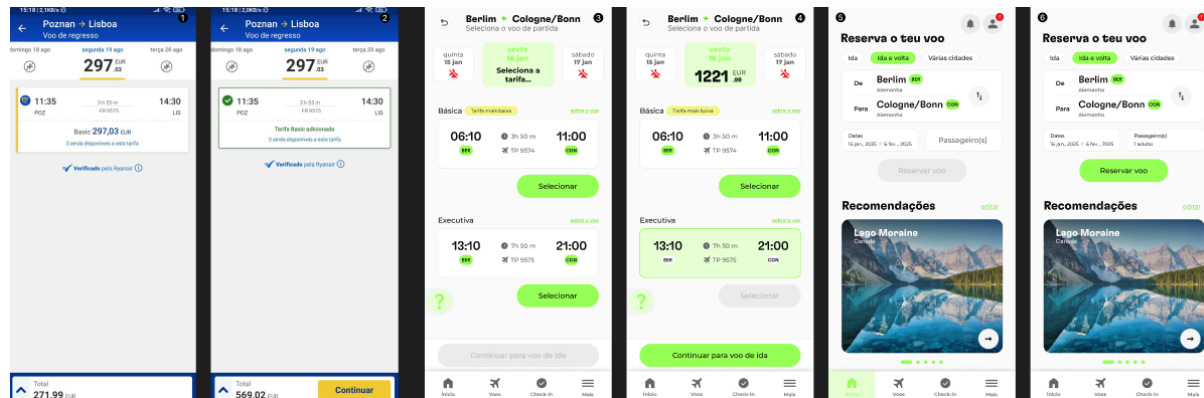
Comparação entre iterações do protótipo - Contextualização das opções (1)



Quanto às sugestões de destacar as opções seguintes em negrito, decidiu-se seguir uma linha convencional, alinhada com as práticas observadas nas três aplicações analisadas (TAP, Ryanair e Emirates). Nenhuma delas recorre ao uso do negrito para o “destaque”; em vez disso, utilizam botões com cores contrastantes para realçar o próximo passo, como o botão amarelo presente na aplicação da Ryanair (ver Figura 112).

Figura 112

Comparação entre Ryanair e protótipo - Contextualização das opções

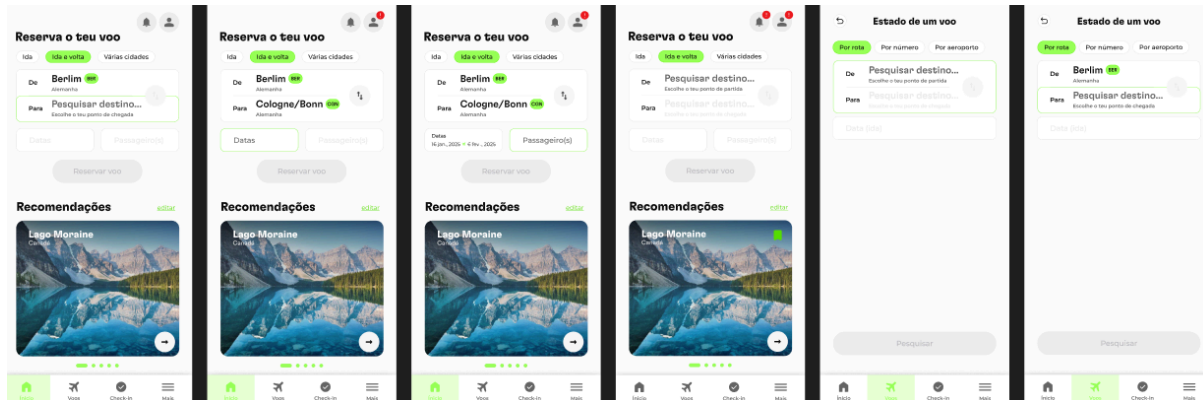


Nota. Imagens, 1 e 2 correspondem à app da Ryanair; Imagens 3 e 4, correspondem à segunda iteração do protótipo.

Tanto nesta iteração como na anterior, assim que o utilizador preenche ou seleciona o necessário para avançar, o respetivo botão muda de cor, assinalando a possibilidade de prosseguir na interação. Não obstante a esta abordagem mais discreta, em certos momentos, foi introduzido um efeito *hotspot* intermitente para orientar a atenção do utilizador para os próximos passos, de forma subtil e eficaz, como visto na Figura 113.

Figura 113

Segunda iteração do protótipo - Destaque das opções



2.1.4 Menu de ajuda no campo das reservas

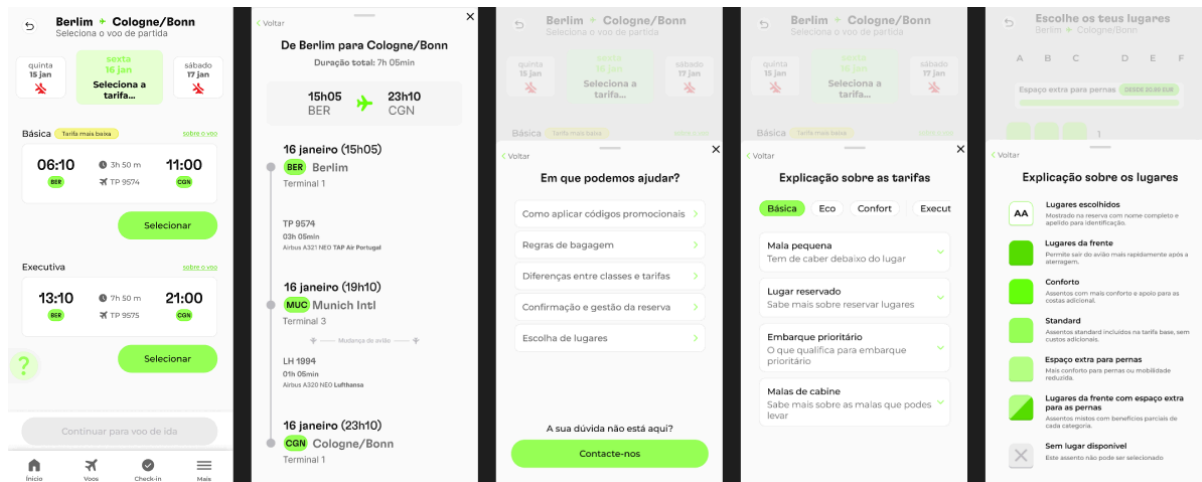
Surgiu ainda uma crítica relacionada com a necessidade de apoio adicional ao utilizador durante o processo de reserva de voo: *“Apenas adicionaria um menu de ajuda no campo das reservas caso seja necessária assistência.”* (Utilizador 3). Apesar de ter sido uma sugestão isolada, foi considerada uma mais valia, uma vez que a sua implementação não interfere de forma negativa com a experiência dos restantes utilizadores.

Desta forma, foram introduzidos dois elementos de apoio: um botão flutuante, que oferece assistência a alguma dúvida que os utilizadores possam ter durante o processo de reserva, e um botão adicional (“Sobre o voo”), que permite consultar mais informações sobre os voos. Ambos procuram garantir um maior nível de *feedback* contextual, como ilustrado na Figura 114.

É importante reforçar que se trata apenas de um protótipo, sendo que algumas funcionalidades não foram aprofundadas por não serem essenciais à realização dos testes de usabilidade.

Figura 114

Segunda iteração do protótipo - Botão de ajuda no campo das reservas

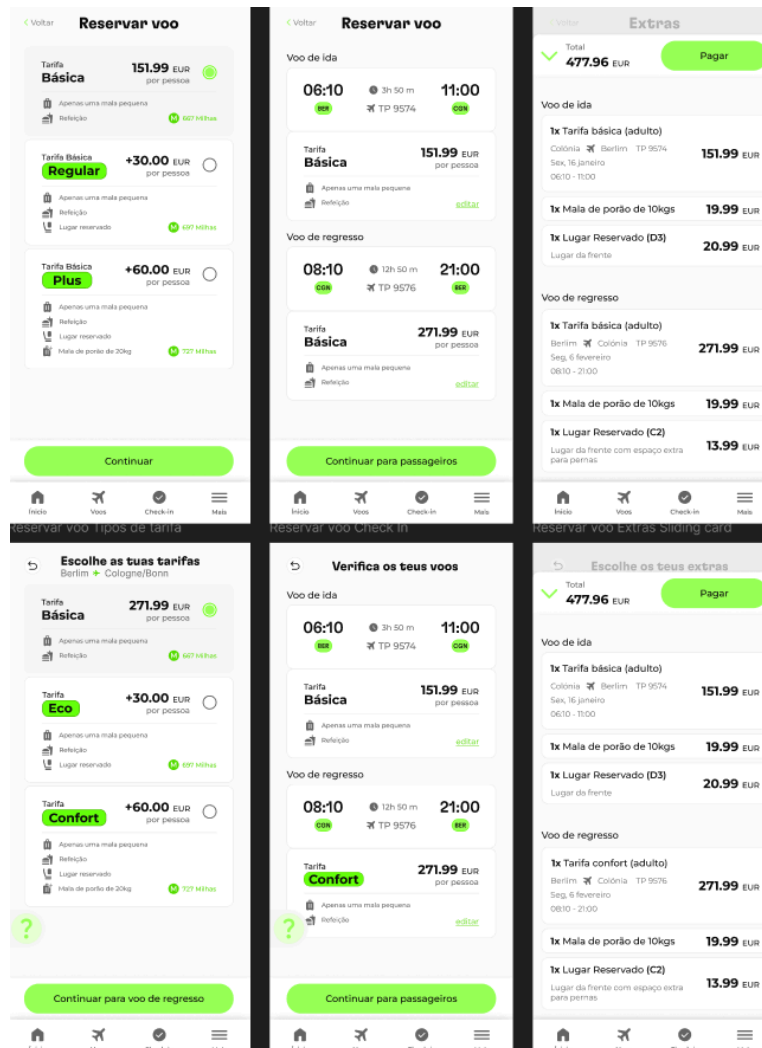


2.1.5 Reformulação textual

A última crítica a implementar nesta iteração diz respeito à formulação textual presente em diferentes partes da interface, nomeadamente nas secções das tarifas e nos títulos das etapas. Apesar de ter sido apenas um utilizador a referir-se à nomenclatura das tarifas, a sugestão foi adotada por não comprometer a experiência dos restantes utilizadores e por contribuir para uma melhor interpretação e leitura da interface. Assim, em resposta ao utilizador 24 – “*são as duas tarifas básicas mas [com] preços diferentes*” – procedeu-se à reformulação das designações, que passaram de *Tarifa Básica*, *Tarifa Básica Regular* e *Tarifa Básica Plus* para *Tarifa Básica*, *Tarifa Eco* e *Tarifa Confort*, respetivamente.

Figura 115

Segunda iteração do protótipo - Reformulação textual (1)



Nota. Em cima, a primeira iteração; em baixo, a segunda iteração.

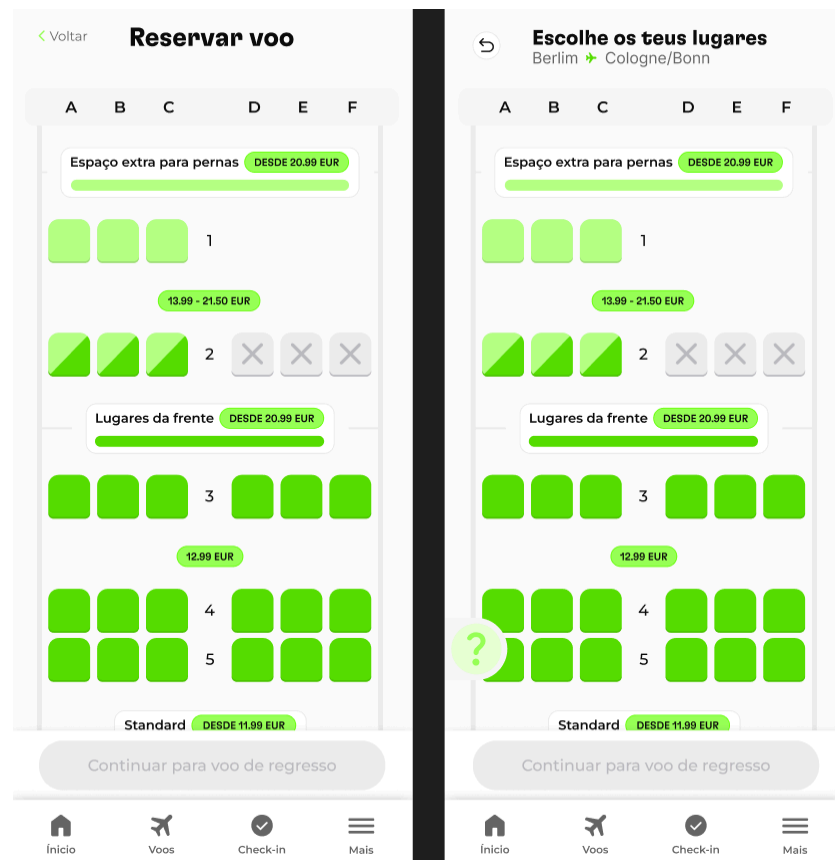
No que diz respeito aos títulos das diferentes secções da interface, estes foram também ajustados com o objetivo de oferecer um *feedback* mais claro e contextual ao utilizador. Em vez de títulos simples como “Reservar voo”, optou-se por indicar diretamente a ação em curso, incluindo informação adicional se necessário.

Por exemplo, na Figura 116, vê-se o título “Escolhe os teus lugares”, acompanhado pela indicação do tipo de voo – ida e volta – fornecendo assim uma contextualização mais completa.

Desta forma, a parte superior da interface (título) comunica a tarefa atual, enquanto que a parte inferior antecipa o próximo passo, como no caso da mensagem “Continuar para voo de regresso”.

Figura 116

Segunda iteração do protótipo - Reformulação textual (2)



Nota. À esquerda, a primeira iteração; à direita, a segunda iteração.

Por fim, foi também substituído o botão de “Voltar” localizado na parte superior esquerda da interface. Considerado demasiado pequeno, foi substituído por uma versão maior e mais visível, representada por um ícone em vez de texto – como se pode observar na Figura X, na imagem à direita. Ainda assim, manteve-se o botão original em elementos como *sliders* e *modals*, onde a solução anterior continua a ser viável.

Apêndice 3 - Questionários

Iteração 1 do Questionário

Intro screen

Antes de começar...

Olá, o meu nome é Alexandre Mendes.

Este questionário faz parte da minha tese de Mestrado em Design e Cultura Visual.

O projeto que apresentarei, consistirá na reformulação e modernização da aplicação de voo da TAP.

Deste trabalho fará parte um questionário que pretende avaliar a usabilidade, funcionalidade e estética do protótipo, bem como identificar possíveis dificuldades durante o uso e quais os aspetos que os utilizadores consideram mais ou menos eficazes.

Aviso: Devido às limitações da plataforma, alguns termos poderão surgir em inglês.

Context Screen 1

Antes de continuar, confirme que está ciente de que:

1. A sua participação é voluntária;
2. Pode desistir a qualquer momento;
3. As respostas são anónimas, confidenciais e serão utilizadas apenas para fins académicos;

4. Deve utilizar um dispositivo smartphone para responder ao questionário.

Context Screen 2

Objetivo

Este projeto procura explorar de que forma a reestruturação estética e funcional de uma aplicação móvel, pode melhorar a experiência dos passageiros num contexto aeroportuário.

Ao responder a este questionário, tenha em conta a sua experiência - passada ou presente - ao utilizar uma aplicação de voo (ex: Ryanair, TAP Air Portugal, Emirates, etc.). Se nunca utilizou uma, baseie-se apenas nesta experiência.

Agradeço desde já o tempo despendido. São só necessários 10 minutos.

Todas as respostas são importantes!

Bloco de perguntas 1.

1. Qual a sua nacionalidade?
2. Qual a sua faixa etária?
3. Com que género se identifica?
4. Qual é o seu grau de experiência no uso de tecnologia?
5. Qual é o seu nível de escolaridade?
6. Qual a sua situação profissional atual?
- 6.1. É estudante ou profissional na área de design UI/UX?

6.2 Se respondeu sim à pergunta anterior, especifique qual a sua área de interesse ou especialização neste domínio. Se respondeu não, carregue em "Skip this question".

7. Já alguma vez utilizou uma aplicação móvel para reserva de voo?

7.1 Se respondeu sim à pergunta anterior, que app utilizou? Se respondeu não, carregue em "Skip this question".

7.2. Se já utilizou alguma app de voo, qual foi a parte

Context Screen 3

A secção seguinte apresentará um protótipo de uma app, onde serão apresentadas 4 tarefas para completar

Aviso: Como este protótipo mostra apenas partes específicas da app, algumas interações podem parecer incompletas não refletindo o potencial desta aplicação.

Tarefa 1. Preencha o questionário e edite-o depois de chegar à página principal

Após preencher o questionário, prossiga até à página principal e encontre a funcionalidade que permite rever ou alterar as respostas submetidas, e edite o questionário. **Aviso:** O protótipo demora cerca de 8 segundos a carregar.

Tarefa 2. Consulte o estado de um voo

Verifique a disponibilidade de um voo. Verifique se está dentro do horário previsto ou se sofreu alterações. Procure e aceda à secção onde é possível obter essa informação atualizada.

Tarefa 3. Reserve o seu voo

Chegou o momento de planejar uma nova viagem. Procure a funcionalidade de reserva na página inicial, selecione um voo disponível e complete o processo de reserva com as informações necessárias.

Tarefa 4. Utilize a funcionalidade "Mapas do aeroporto/RA" para encontrar o Heineken Grand Cafe

Utilize esta funcionalidade (Realidade Aumentada) para encontrar os serviços disponíveis no aeroporto. Encontre o caminho até ao Heineken Grand Cafe. Recorra à ferramenta para obter indicações que o ajudem a chegar ao destino pretendido.

Aviso: Devido ao tamanho do protótipo, as interações podem ser mais lentas. Avance com calma.

Context Screen 4

Feedback final

Agora que a sua interação com o protótipo terminou, seguem-se 7 perguntas para partilhar a sua opinião sobre a app.

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Conseguiu realizar todas as tarefas propostas?
 - 1.1. Caso tenha respondido não à pergunta anterior, qual a tarefa que não conseguiu concluir? Se respondeu sim, carregue em "Skip this question".
2. Considera que o design visual da app (cores, tipografia e organização) está bem conseguido?
3. Na funcionalidade de "Mapas do aeroporto/RA", as indicações ajudaram-no a encontrar os espaços dentro do aeroporto?

4. Considera que esta aplicação tornaria a sua experiência num aeroporto mais simples ou agradável?

4.1 Se respondeu sim à pergunta anterior, indique de que forma. Se respondeu não, carregue em "Skip this question".

5. Se tivesse a oportunidade de alterar alguma coisa na app, o que seria? Se não tiver nenhuma sugestão, carregue em "Skip this question".

Classificação do protótipo

Por último, avalie o protótipo atribuindo uma pontuação de 1 a 5, em cada um dos seguintes parâmetros.

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade: Quão fácil é utilizar o protótipo sem instruções?

1 - Nada navegável | 5 - Muito navegável

Consistência: O protótipo mantém o design e usabilidade ao longo da navegação?

1 - Nada consistente | 5 - Muito consistente

Inovação: Considera o protótipo inovador?

1 - Nada inovador | 5 - Muito inovador

Satisfação: Como avalia a sua experiência geral na utilização

1 - Nada satisfatório | 5 - Muito satisfatório

Thank You screen

Muito obrigado pela sua participação!

A sua contribuição é muito importante para a melhoria do protótipo.
Obrigado pelo tempo e atenção despendidos!

Iteração 2 do Questionário

Intro screen

Antes de começar...

Olá, o meu nome é Alexandre Mendes.

Este questionário faz parte da minha tese de Mestrado em Design e Cultura Visual.

O projeto que apresentarei, consistirá na reformulação e modernização da aplicação de voo da TAP.

Deste trabalho fará parte um questionário que pretende avaliar a usabilidade, funcionalidade e estética do protótipo, bem como identificar possíveis dificuldades durante o uso e quais os aspetos que os utilizadores consideram mais ou menos eficazes.

Aviso: Devido às limitações da plataforma, alguns termos poderão surgir em inglês.

Context Screen 1

Antes de continuar, confirme que está ciente de que:

1. A sua participação é voluntária;
2. Pode desistir a qualquer momento;
3. As respostas são anónimas, confidenciais e serão utilizadas apenas para fins académicos;

4. Deve utilizar um dispositivo smartphone para responder ao questionário.

Context Screen 2

Objetivo

Este projeto procura explorar de que forma a reestruturação estética e funcional de uma aplicação móvel, pode melhorar a experiência dos passageiros num contexto aeroportuário.

Ao responder a este questionário, tenha em conta a sua experiência - passada ou presente - ao utilizar uma aplicação de voo (ex: Ryanair, TAP Air Portugal, Emirates, etc.). Se nunca utilizou uma, baseie-se apenas nesta experiência.

Agradeço desde já o tempo despendido. São só necessários 10 minutos.

Todas as respostas são importantes!

Bloco de perguntas 1.

1. Qual a sua nacionalidade?
2. Qual a sua faixa etária?
3. Com que género se identifica?
4. Qual é o seu grau de experiência no uso de tecnologia?
5. Qual é o seu nível de escolaridade?
6. Qual a sua situação profissional atual?
- 6.1. É estudante ou profissional na área de design UI/UX?

6.2 Se respondeu sim à pergunta anterior, especifique qual a sua área de interesse ou especialização neste domínio. Se respondeu não, carregue em "Skip this question".

7. Já alguma vez utilizou uma aplicação móvel para reserva de voo?

7.1. Se respondeu sim à pergunta anterior, que app utilizou? Se respondeu não, carregue em "Skip this question".

7.2. Se já utilizou alguma app de voo, qual foi a parte

Context Screen 3

A secção seguinte apresentará um protótipo de uma app, onde serão apresentadas 4 tarefas para completar

Aviso: Como este protótipo mostra apenas partes específicas da app, algumas interações podem parecer incompletas não refletindo o potencial desta aplicação.

Context Screen 4

Aviso

Isto é um protótipo. Assim, independentemente das opções de respostas escolhidas, continue o exercício utilizando as respostas fornecidas pelo protótipo

Tarefa 1. Preencha o questionário e reserve um voo

Após preencher o questionário, prossiga até à página principal e procure a funcionalidade de reserva de voo. Selecione um voo disponível e complete o processo de reserva com as informações necessárias. **Aviso:** O protótipo demora cerca de 8 segundos a carregar.

Tarefa 2. Edite o questionário

Procure onde aceder ao questionário anteriormente preenchido, modifique as respostas e confirme as alterações.

Tarefa 3. Consulte o estado de um voo

Verifique a disponibilidade de um voo. Verifique se está dentro do horário previsto ou se sofreu alterações. Procure e aceda à secção onde é possível obter essa informação atualizada.

Tarefa 4. Utilize a funcionalidade "Mapas do Aeroporto/RA" para encontrar o Heineken Grand Cafe

Utilize esta funcionalidade (Realidade Aumentada) para encontrar o caminho até ao Heineken Grand Cafe. Recorra à ferramenta para obter indicações que o ajudem a chegar ao destino pretendido.

Aviso: Devido ao tamanho do protótipo, as interações podem ser mais lentas. Avance com calma.

Context Screen 5

Feedback final

Agora que a sua interação com o protótipo terminou, seguem-se 8 perguntas para partilhar a sua opinião sobre a app.

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Conseguiu realizar todas as tarefas propostas?

1.1. Caso tenha respondido não à pergunta anterior, qual a tarefa que não conseguiu concluir? Se respondeu sim, carregue em "Skip this question".

2. Considera que o design visual da app (cores, tipografia e organização) está bem conseguido?

3. Na funcionalidade de "Mapas do aeroporto/RA", as indicações ajudaram-no a encontrar os espaços dentro do aeroporto?

4. Considera que o questionário presente no protótipo seria útil, num cenário real, para receber recomendações personalizadas na aplicação?

5. Considera que esta aplicação tornaria a sua experiência num aeroporto mais simples ou agradável?

5.1 Se respondeu sim à pergunta anterior, indique de que forma. Se respondeu não, carregue em "Skip this question".

6. Se tivesse a oportunidade de alterar alguma coisa na app, o que seria? Se não tiver nenhuma sugestão, carregue em "Skip this question".

Classificação do protótipo

Por último, avalie o protótipo atribuindo uma pontuação de 1 a 5, em cada um dos seguintes parâmetros.

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade: Quão fácil é utilizar o protótipo sem instruções?

1 - Nada navegável | 5 - Muito navegável

Consistência: O protótipo mantém o design e usabilidade ao longo da navegação?

1 - Nada consistente | 5 - Muito consistente

Inovação: Considera o protótipo inovador?

1 - Nada inovador | 5 - Muito inovador

Satisfação: Como avalia a sua experiência geral na utilização

1 - Nada satisfatório | 5 - Muito satisfatório

Thank You screen

Muito obrigado pela sua participação!

A sua contribuição é muito importante para a melhoria do protótipo.
Obrigado pelo tempo e atenção despendidos!

Respostas recolhidas dos testes de usabilidade

Utilizador 8 - Iteração 1 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Portuguesa
2. 18-24
3. Masculino
4. Avançado
5. Licenciatura
6. Desempregado(a)
- 6.1 Sim
- 6.2 Design
7. Não, nunca utilizei
- 7.1 -
- 7.2 -

Tarefa 1. Clicks: 47 (success)

Tarefa 2. Clicks: 29 (success)

Tarefa 3. Clicks: 88 (success)

Tarefa 4. Clicks: 21 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Sim
- 1.1. -
2. Sim
3. Sim

4. Sim

4.1. A aplicação indica caminho até à loja ou local pretendido através da função de RA

5. Primeiramente retirava a parte da linha vermelha na parte de indicação de caminho uma vez que acho que está a proibir o utilizador de passar pelo local, também agradecia que existisse mais indicações para algum utilizador que nunca tenha utilizado aplicações para a procura de voos. Houve um erro na parte de escolher o destino das lojas, estando na interface só a escolha de burger King. Na parte da escolha de lugares acho que vermelho seria mais apropriado para os lugares indisponíveis. Na parte de reservar o voo às cards podiam estar um bocado mais destacadas entre elas (sombra, contornos ou fundo). Não entendi também na escolha de lugares os dois verdes em lugares por seleccionar.

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 5

Consistência 5

Inovação 3

Satisfação 5

Utilizador 9 - Iteração 1 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Portuguesa

2. 45-54

3. Feminino

4. Intermediário

5. Licenciatura

6. Empregado(a) a tempo inteiro(a)

6.1 Não

6.2 -

7. Sim, várias vezes

7.1 - Tap

7.2 - Navegar na aplicação (menus confusos ou mal organizados); A aplicação bloqueou, foi lenta ou teve erros técnicos; Encontrar o voo com as melhores datas e preços; Comparar diferentes ofertas de voo (escalas, horários, companhias, etc.); Compreender as taxas e custo adicionais

Tarefa 1. ?

Tarefa 2. ?

Tarefa 3. ?

Tarefa 4. ?

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Não

1.1. Não consegui pagar

2. Sim

3. Sim

4. Sim

4.1. Ajudou a perceber as distâncias dos locais

5. O preço deveria aparecer logo aquando da escolha do voo

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 3

Consistência 4

Inovação 4

Satisfação 3

Utilizador 10 - Iteração 1 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Italiana

2. 18-24

3. Masculino

4. Avançado

5. Ensino Secundário

6. Empregado(a) a tempo inteiro(a)

6.1 Não

6.2 -

7. Sim, várias vezes

7.1 Ryanair e EasyJet

7.2 A aplicação bloqueou, foi lenta ou teve erros técnicos; Comparar diferentes ofertas de voo (escalas, horários, companhias, etc.); Inserir os dados pessoais e de pagamento corretamente

Tarefa 1. ?

Tarefa 2. ?

Tarefa 3. ?

Tarefa 4. ?

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Sim

1.1. -

2. Sim

3. Sim

4. Sim

4.1. O mapa ajuda muito! Achei muito funcional, principalmente com a realidade

aumentada

5. A parte do questionário seria mais intuitiva se não tivesse tão escondida, poderia ficar em silêncio e cima das sugestões!

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 4

Consistência 5

Inovação 4

Satisfação 4

Utilizador 24 - Iteração 2 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Portuguesa

2. 18-24 anos

3. Masculino

4. Intermédio

5. Licenciatura

6. Estudante

6.1 Não

6.2 -

7. Não, nunca utilizei

7.1 -

7.2 -

Tarefa 1. Clicks: 114 (success)

Tarefa 2. Clicks: 80 (success)

Tarefa 3. Clicks: 30 (success)

Tarefa 4. Clicks: 16 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Sim

1.1. -

2. Sim

3. Sim

4. Sim

5. Sim

5.1 A funcionalidade de realidade aumentada da aplicação torna a descoberta de destinos dentro do aeroporto muito mais fácil. Funcionalidade de recomendação de destinos por parte da aplicação através do questionário inicial, torna a interação entre user-app muito mais agradável

6. Mudar o questionário inicial do menu para a página inicial e pôr essa opção debaixo das recomendações de destino que a aplicação fornece

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 5

Consistência 5

Inovação 4

Satisfação 5

Utilizador 16 - Iteração 2 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Portuguesa
2. 25-34 anos
3. Feminino
4. Avançado
5. Mestrado
6. Empregado(a) a tempo inteiro
- 6.1 Não
- 6.2 -
7. Sim, uma ou duas vezes
- 7.1 App tipo TAP, Easyjet etc
- 7.2 Falta de clareza na apresentação das opções (ex.: classe, bagagem incluída, etc.); Compreender as taxas e custos adicionais

Tarefa 1. Clicks: 125 (success)

Tarefa 2. Clicks: 18 (success)

Tarefa 3. Clicks: 31 (success)

Tarefa 4. Clicks: 30 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Sim
- 1.1. -
2. Sim
3. Sim
4. Sim
5. Não
- 5.1 -

6. -

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 4

Consistência 5

Inovação 2

Satisfação 3

Utilizador 17 - Iteração 2 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Portuguesa

2. 45-54 anos

3. Feminino

4. Avançado

5. Licenciatura

6. Empregado(a) a tempo inteiro

6.1 Não

6.2 -

7. Sim, várias vezes

7.1 Skyscanner, TÃO, etc

7.2 Comparar diferentes ofertas de voo (escalas, horários, companhias, etc.);

Navegar na aplicação (menus confusos ou mal organizados)

Tarefa 1. Clicks: 94 (success)

Tarefa 2. Clicks: 10 (success)

Tarefa 3. Clicks: 16 (success)

Tarefa 4. Clicks: 19 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Sim

1.1. -

2. Sim

3. Sim

4. -

5. Sim

5.1. Os mapas dão-nos uma visão real do espaço físico onde estamos e para onde
queremos ir

6. -

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 5

Consistência 5

Inovação 5

Satisfação 5

Utilizador 13 - Iteração 2 do Questionário (moderado)

Bloco de perguntas 1

1. Portuguesa

2. 45–54 anos

3. Feminino

4. Intermédio

5. Licenciatura

6. Empregado(a) a tempo inteiro

6.1 Não

6.2 -

7. Sim, uma ou duas vezes

7.1 Tap

7.2 Encontrar o voo com as melhores datas e preços; Comparar diferentes ofertas de voo (escalas, horários, companhias, etc.)

Tarefa 1. Clicks: 113 (success)

Tarefa 2. Clicks: 12 (success)

Tarefa 3. Clicks: 12 (success)

Tarefa 4. Clicks: 43 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Sim

1.1. -

2. Sim

3. Sim

4. Sim

5. Sim

5.1 A existência da RA é uma grande ajuda para quem necessita de encontrar os espaços pretendidos. O questionário inicial caba por servir de montra de destinos

possíveis de escolher. Esta aplicação a ser implementada será uma grande mais valia para quem frequentemente viaja de avião.

6. Nada. É uma app intuitiva e fácil de usar.

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 5

Consistência 5

Inovação 5

Satisfação 5

Utilizador 14 - Iteração 2 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Portuguesa

2. 45–54 anos

3. Feminino

4. Intermédio

5. Licenciatura

6. Empregado(a) a tempo inteiro

6.1 Não

6.2 -

7. Sim, uma ou duas vezes

7.1 TAP

7.2 Navegar na aplicação (menus confusos ou mal organizados); A aplicação bloqueou, foi lenta ou teve erros técnicos; Encontrar o voo com as melhores datas e preços; Comparar diferentes ofertas de voo (escalas, horários, companhias, etc.)

Tarefa 1. Clicks: 81 (success)

Tarefa 2. Clicks: 312 (success)

Tarefa 3. Clicks: 19 (success)

Tarefa 4. Clicks: 38 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Sim

1.1. -

2. Sim

3. Sim

4. Sim

5. Sim

5.1 -

6. Os preços podiam estar indicados na fase de escolher os voos

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 5

Consistência 5

Inovação 4

Satisfação 4

Utilizador 15 - Iteração 2 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Moçambicana
2. 18-24 anos
3. Masculino
4. Intermédio
5. Estudante de licenciatura
6. Estudante
- 6.1 Não
- 6.2 -
7. Sim, várias vezes
- 7.1 TAP air
- 7.2 Comparar diferentes ofertas de voo (escalas, horários, companhias, etc.)

Tarefa 1. Clicks: 129 (success)

Tarefa 2. Clicks: 127 (success)

Tarefa 3. Clicks: 17 (success)

Tarefa 4. Clicks: 21 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Sim
- 1.1. -
2. Sim
3. Sim
4. Sim

5. Sim

5.1 -

6. -

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 5

Consistência 5

Inovação 4

Satisfação 5

Utilizador 11 - Iteração 1 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Portuguesa

2. 18–24 anos

3. Feminino

4. Intermédio

5. Mestrado

6. Empregado(a) a tempo parcial

6.1 Não

6.2 -

7. Sim, uma ou duas vezes

7.1 eDreams, EasyJet e Ryanair

7.2 Comparar diferentes ofertas de voo (escalas, horários, companhias, etc.);
Compreender as taxas e custos adicionais; Falta de clareza na apresentação das opções
(ex.: classe, bagagem incluída, etc.)

Tarefa 1. Clicks: 50 (success)

Tarefa 2. Clicks: 16 (success)

Tarefa 3. Clicks: 77 (success)

Tarefa 4. Clicks: 21 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Sim

1.1. -

2. Sim

3. Sim

4. Sim

4.1 Está bem organizada, é intuitiva e dá imenso jeito conseguir ver como ir de um sítio ao outro do aeroporto.

5. -

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 4

Consistência 5

Inovação 4

Satisfação 5

Utilizador 12 - Iteração 1 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Portuguesa
2. 45–54 anos
3. Feminino
4. Intermédio
5. Licenciatura
6. Empregado(a) a tempo inteiro
- 6.1 Não
- 6.2 -
7. Sim, uma ou duas vezes
- 7.1 Skyscanner, Momondo
- 7.2 Compreender as taxas e custos adicionais

Tarefa 1. Clicks: 12 (skip)

Tarefa 2. Clicks: 23 (skip)

Tarefa 3. Clicks: 11 (skip)

Tarefa 4. Clicks: 31 (skip)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Não
- 1.1. Não consegui escolher as cidades e as datas estavam trancadas
2. Sim
3. Não
4. Não
- 4.1 -
5. -

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 2

Consistência 3

Inovação 3

Satisfação 3

Utilizador Pro 23 - Iteração 2 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Portuguesa

2. 35–44 anos

3. Masculino

4. Avançado

5. Mestrado

6. Empregado(a) a tempo inteiro

6.1 Sim

6.2 Design de interfaces, desenvolvimento front-end.

7. Sim, várias vezes

7.1 TAP, eDreams, skyscanner, Momondo.

7.2 -

Tarefa 1. Clicks: 91 (success)

Tarefa 2. Clicks: 13 (success)

Tarefa 3. Clicks: 12 (success)

Tarefa 4. Clicks: 36 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Sim

1.1. -

2. Sim

3. Sim

4. Sim

5. Sim

5.1 Daria uma vista geral do aeroporto e ajudaria as pessoas a encontrar rapidamente o destino

6. Colocaria as opções que teria de escolher a bold. Ex: depois da reserva de voo a escolha das datas e do número de passageiros passa um pouco despercebida.

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 5

Consistência 5

Inovação 4

Satisfação 4

Utilizador Pro 18 - Iteração 2 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Brasileiro
2. 25-34 anos
3. Masculino
4. Avançado
5. Mestrado
6. Empregado(a) a tempo inteiro
 - 6.1 Sim
 - 6.2 Programador
7. Sim, várias vezes
 - 7.1 Voa Brasil, Momondo, TAP, etc
 - 7.2 Comparar diferentes ofertas de voo (escalas, horários, companhias, etc.);

Compreender as taxas e custos adicionais; Encontrar o voo com as melhores datas e preços

Tarefa 1. Clicks: 92 (success)

Tarefa 2. Clicks: 12 (success)

Tarefa 3. Clicks: 15 (success)

Tarefa 4. Clicks: 21 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Sim
 - 1.1. -

2. Sim

3. Sim

4. Sim

5. Sim

5.1 A introdução da realidade aumentada é uma excelente ideia. Parabéns!

6. -

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 4

Consistência 4

Inovação 4

Satisfação 4

Utilizador Pro 19 - Iteração 2 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Brasileira

2. 25-34 anos

3. Masculino

4. Avançado

5. Mestrado

6. Empregado(a) a tempo inteiro

6.1 Sim

6.2 UX Designer

7. Sim, várias vezes

7.1 Skyscanner, eDreams, TAP

7.2 Encontrar o voo com as melhores datas e preços; Comparar diferentes ofertas de voo (escalas, horários, companhias, etc.)

Tarefa 1. Clicks: 86 (success)

Tarefa 2. Clicks: 11 (success)

Tarefa 3. Clicks: 13 (success)

Tarefa 4. Clicks: 21 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Sim

1.1. -

2. Sim

3. Sim

4. -

5. Sim

5.1 Localização fácil e rentabilidade de tempo

6. Colocaria as próximas opções a escolher a outra cor ou a bold para se destacar melhor.

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 4

Consistência 4

Inovação 4

Satisfação 4

Utilizador Pro 20 - Iteração 2 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Brasileira
2. 35–44 anos
3. Masculino
4. Avançado
5. Licenciatura
6. Empregado(a) a tempo inteiro
- 6.1 Sim
- 6.2 Ux Research
7. Sim, várias vezes
- 7.1 Skyscanner Ryanair Vueling
- 7.2 Comparar diferentes ofertas de voo (escalas, horários, companhias, etc.)

Tarefa 1. Clicks: 84 (success)

Tarefa 2. Clicks: 62 (skip)

Tarefa 3. Clicks: 14 (success)

Tarefa 4. Clicks: 22 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Não
- 1.1. Tarefa 2 de alterar se informações já preenchidas
2. Sim
3. Sim

4. Sim

5. Sim

5.1 O Mapa é muito bom

6. Melhorar as opções de edição das informações do voo

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 3

Consistência 3

Inovação 3

Satisfação 3

Utilizador Pro 21 - Iteração 2 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Portuguesa

2. 45–54 anos

3. Feminino

4. Avançado

5. Licenciatura

6. Empregado(a) a tempo inteiro

6.1 Sim

6.2 Research

7. Não, mas já pensei em utilizar

7.1 -

7.2 Navegar na aplicação (menus confusos ou mal organizados); Comparar diferentes ofertas de voo (escalas, horários, companhias, etc.)

Tarefa 1. Clicks: 94 (success)

Tarefa 2. Clicks: 242 (success)

Tarefa 3. Clicks: 69 (success)

Tarefa 4. Clicks: 38 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Sim

1.1. -

2. Sim

3. Sim

4. Sim

5. Sim

5.1 Em alguma situação de deslocação dentro do aeroporto ou acompanhamento do estado do voo

6. Demorei um tempo para encontrar como fazer alteração na tarefa 2 Na tarefa 3 ao adicionar o voo penso que está escrito "reservar" e isso confundiu-me um pouco achei que estava a reservar

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 5

Consistência 5

Inovação 4

Satisfação 4

Utilizador Pro 22 - Iteração 2 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Brasileira
2. 35–44 anos
3. Masculino
4. Avançado
5. Doutoramento
6. Empregado(a) a tempo inteiro
- 6.1 Sim
- 6.2 Design ops e research
7. Sim, várias vezes
- 7.1 Ryanair e azul principalmente
- 7.2 A aplicação bloqueou, foi lenta ou teve erros técnicos; Encontrar o voo com as melhores datas e preços

Tarefa 1. Clicks: 86 (success)

Tarefa 2. Clicks: 13 (success)

Tarefa 3. Clicks: 17 (success)

Tarefa 4. Clicks: 17 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Sim

1.1. -

2. Não

3. Sim

4. Sim

5. Sim

5.1 Principalmente o RA. Eh muito comum perder-se em aeroportos desconhecidos. Para alem de um mapa, ter um apoio visual real ajuda muito

6. O processo de compra de um voo, passos demasiados

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 4

Consistência 4

Inovação 1

Satisfação 3

Utilizador 1 - Iteração 1 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Portuguesa

2. 18–24 anos

3. Masculino

4. Avançado

5. Licenciatura

6. Estudante

6.1 Não

6.2 -

7. Sim, uma ou duas vezes

7.1 KLM

7.2 Navegar na aplicação (menus confusos ou mal organizados); Inserir os dados pessoais e de pagamento corretamente

Tarefa 1. Clicks: 56 (success)

Tarefa 2. Clicks: 60 (success)

Tarefa 3. Clicks: 80 (skip)

Tarefa 4. Clicks: 36 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Não

1.1. Task 3 (Tarefa 3. Consulte o estado do seu voo)

2. Sim

3. Sim

4. Sim

4.1 Está visualmente mais agradável que as apps existentes

5. Botão de alterar questionário estava muito escondido. Não foi fácil encontrá-lo

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 4

Consistência 5

Inovação 5

Satisfação 5

Utilizador 2 - Iteração 1 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Portuguesa
2. 18–24 anos
3. Masculino
4. Intermédio
5. Ensino secundário
6. Estudante
- 6.1 Não
- 6.2 -
7. Não, nunca utilizei
- 7.1 -
- 7.2 -

Tarefa 1. Clicks: 230 (skip)

Tarefa 2. Clicks: 0 (skip) (fez na Tarefa 1)

Tarefa 3. Clicks: 17 (success)

Tarefa 4. Clicks: 5 (skip)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Sim
- 1.1. -
2. Sim
3. Sim
4. Sim
- 4.1 É bastante acessível
5. -

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 5

Consistência 5

Inovação 5

Satisfação 5

Utilizador 3 - Iteração 1 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Portuguesa

2. 25-34 anos

3. Masculino

4. Avançado

5. Licenciatura

6. Estudante

6.1 Sim

6.2 Web design e app design

7. Sim, uma ou duas vezes

7.1 edreams

7.2 Other: Fazer alterações à reserva

Tarefa 1. Clicks: 87 (success)

Tarefa 2. Clicks: 61 (success)

Tarefa 3. Clicks: 53 (success)

Tarefa 4. Clicks: 33 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Sim

1.1. -

2. Sim

3. Sim

4. Sim

4.1 Design intuitivo, fácil acesso ao menus e boa implementação de ferramentas de orientação.

5. Apenas adicionaria um menu de ajuda no campo das reservas caso seja necessária assistência.

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 5

Consistência 5

Inovação 5

Satisfação 5

Utilizador 4 - Iteração 1 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Portuguesa

2. 18–24 anos

3. Masculino

4. Intermédio

5. Ensino secundário

6. Desempregado(a)

6.1 Não

6.2 -

7. Não, nunca utilizei

7.1 -

7.2 -

Tarefa 1. Clicks: 149 (success)

Tarefa 2. Clicks: 70 (success)

Tarefa 3. Clicks: 108 (success)

Tarefa 4. Clicks: 19 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Sim

1.1. -

2. Sim

3. Sim

4. Sim

4.1 Seria interessante no caso de estar num Aeroporto em que não estou familiarizado. As indicações no chão, assim como a indicação de onde estou direcionado são bem intuitivas.

5. -

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 5

Consistência 4

Inovação 5

Satisfação 5

Utilizador 5 - Iteração 1 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Portuguesa
2. 18–24 anos
3. Masculino
4. Avançado
5. Licenciatura
6. Estudante
- 6.1 Não
- 6.2 -
7. Sim, uma ou duas vezes
- 7.1 Tap
- 7.2 Encontrar o voo com as melhores datas e preços; Comparar diferentes ofertas de voo (escalas, horários, companhias, etc.)

Tarefa 1. Clicks: 189 (skip)

Tarefa 2. Clicks: 100 (success)

Tarefa 3. Clicks: 25 (success)

Tarefa 4. Clicks: 53 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Sim
- 1.1. -
2. Sim
3. Sim
4. Sim
- 4.1 Existe uma experiência mais personalizada e conectada com o Aeroporto

5. O estado do voo deveria aparecer logo e não de necessitar de repetir o processo de seleção do voo e aeroporto para conseguir verificar o estado. Opções como a AR no aeroporto deveriam ter uma diferenciação hierárquica. Se não fosse a tarefa, não me ia lembrar da funcionalidade. O design deveria ser mais convidativo à exploração e ter pop ups periódicos a relembrar funcionalidades

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 5

Consistência 4

Inovação 4

Satisfação 5

Utilizador 6 - Iteração 1 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Portuguesa

2. 18–24 anos

3. Masculino

4. Intermédio

5. Mestrado

6. Estudante

6.1 Não

6.2 -

7. Não, nunca utilizei

7.1 -

7.2 -

Tarefa 1. Clicks: 118 (skip)

Tarefa 2. Clicks: 62 (success)

Tarefa 3. Clicks: 32 (skip)

Tarefa 4. Clicks: 55 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Não

1.1. O heineken café estava a dizer burger king mas deu

2. Sim

3. Sim

4. Sim

4.1 -

5. -

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 5

Consistência 5

Inovação 5

Satisfação 4

Utilizador 7 - Iteração 1 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Portuguesa

2. 18–24 anos

3. Masculino

4. Intermédio

5. Mestrado

6. Estudante

6.1 Sim

6.2 Design

7. Não, mas já pensei em utilizar

7.1 -

7.2 Navegar na aplicação (menus confusos ou mal organizados); Encontrar o voo com as melhores datas e preços; Falta de clareza na apresentação das opções (ex.: classe, bagagem incluída, etc.)

Tarefa 1. Clicks: 42 (success)

Tarefa 2. Clicks: 59 (success)

Tarefa 3. Clicks: 17 (success)

Tarefa 4. Clicks: 20 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Sim

1.1. -

2. Sim

3. Sim

4. Sim

4.1 É inovadora e fácil de navegar

5. -

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 5

Consistência 5

Inovação 5

Satisfação 4

Utilizador Pro 25 - Iteração 2 do Questionário

Bloco de perguntas 1

1. Portuguesa

2. 35–44 anos

3. Masculino

4. Avançado

5. Mestrado

6. Empregado(a) a tempo inteiro

6.1 Sim

6.2 Programação e Research

7. Sim, várias vezes

7.1 -

7.2 -

Tarefa 1. Clicks: 89 (success)

Tarefa 2. Clicks: 10 (success)

Tarefa 3. Clicks: 16 (success)

Tarefa 4. Clicks: 17 (success)

Bloco de perguntas 2. - Feedback final

1. Sim

1.1. -

2. Sim

3. Sim

4. Sim

5. Sim

5.1 Funciona como GPS, o que na minha opinião é bastante útil.

6. Destacaria as opções a escolher

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 5

Consistência 5

Inovação 5

Satisfação 5

Resumo das respostas recolhidas dos testes de usabilidade

Bloco de perguntas 1.

1. Portuguesa **x18** | Italiana **x1** | Brasileiro **x5** | Moçambicana **x1**
2. 18–24 anos **x11** | 25–34 anos **x4** | 35–44 anos **x4** | 45–54 anos **x6**
3. Masculino **x17** | Feminino **x8**
4. Intermédio **x11** | Avançado **x14**
5. Licenciatura **x12** | Mestrado **x8** | Doutoramento **x1** | Ensino secundário **x3** |
Estudante de licenciatura **x1**
6. Estudante **x8** | Empregado(a) a tempo inteiro **x13** | Desempregado(a) **x2** |
Empregado(a) a tempo parcial **x1**
- 6.1 Não **x15** | Sim **x10**
- 6.2 skip **x15** | Design **x2** | Web design e app design **x1** | Design ops e research **x1** |
Research **x1** | Research **x2** | UX Designer **x1** | Programador **x2** | Design de interfaces,
desenvolvimento front-end **x1**
7. Não, nunca utilizei **x5** | Sim, várias vezes **x10** | Sim, uma ou duas vezes **x8** |
Não, mas já pensei em utilizar **x2**
- 7.1 skip **x9** | Ryanair **x4** | EasyJet **x3** | TAP **x9** | Skyscanner, Momondo, Azul **x1**
- 7.2 skip **x8** | Navegar na aplicação (menus confusos ou mal organizados) **x6** | A
aplicação bloqueou, foi lenta ou teve erros técnicos **x4** | Encontrar o voo com as melhores
datas e preços **x8** | Comparar diferentes ofertas de voo (escalas, horários, companhias,
etc.) **x12** | Compreender as taxas e custos adicionais **x4** | Inserir os dados pessoais e de
pagamento corretamente **x2** | Falta de clareza na apresentação das opções (ex.: classe,
bagagem incluída, etc.) **x3** | Other **x1**: Fazer alterações à reserva

Problemas encontrados no questionário

Other: Fazer alterações à reserva **x1** | Falta de clareza na apresentação das opções
(ex.: classe, bagagem incluída, etc.) **x3** | Inserir os dados pessoais e de pagamento
corretamente **x2** | Compreender as taxas e custos adicionais **x4** | Comparar diferentes

ofertas de voo (escalas, horários, companhias, etc.) **x12** | Receber a confirmação da reserva ou encontrar o bilhete digital **x0** | Encontrar o voo com as melhores datas e preços **x8** | A aplicação bloqueou, foi lenta ou teve erros técnicos **x4** | Navegar na aplicação (menus confusos ou mal organizados) **x6**

Problemas encontrados no questionário (TAP)

Falta de clareza na apresentação das opções (ex.: classe, bagagem incluída, etc.)
x1 | Compreender as taxas e custos adicionais **x1** | Comparar diferentes ofertas de voo (escalas, horários, companhias, etc.) **x6** | Encontrar o voo com as melhores datas e preços **x5** | A aplicação bloqueou, foi lenta ou teve erros técnicos **x1** | Navegar na aplicação (menus confusos ou mal organizados) **x3**

Tarefas

Iteração 1 (10U)(2 não tenho acesso)

Tarefa 1. Clicks: 47+50+**12**+56+**230**+87+149+**189**+**118**+42 (980=m98)

Tarefa 2. Clicks: 29+16+**23**+60+**0**+61+70+100+62+59 (480=m48)

Tarefa 3. Clicks: 88+77+**11**+**80**+17+53+108+25+**32**+17 (508=m50.8)

Tarefa 4. Clicks: 21+21+**31**+36+**5**+33+19+53+55+20 (294=m29.4)

Iteração 2 (13U)

Tarefa 1. Clicks: 114+125+94+113+81+129+**91**+**92**+**86**+**84**+**94**+**86**+**89** (1,278=m98.30)
(622=m88.85) (656=m109.3)

Tarefa 2. Clicks: 80+18+10+12+312+127+**13**+**12**+**11**+**62**+**242**+**13**+**10** (912=m70.15)
(363=m51.85) (559=m93.16)

Tarefa 3. Clicks: 30+31+16+12+19+17+**12**+**15**+**13**+**14**+**69**+**17**+**16** (281=m21.61)
(156=m22.28) (125=m20.83)

Tarefa 4. Clicks: 16+30 +19+43+38+21+**36**+**21**+**21**+**22**+**38**+**17**+**17** (339=m26.07)
(172=m24.57) (167=m27.83)

laranja = média pessoas normais

Rosa = Pros

Vermelho = skips

Número mínimo de cliques **I1**: T1 34 T2 44 T3 15 T4 12

Número mínimo de cliques **I2**: T1 70 T2 11 T3 14 T4 18

I1

Tarefa 1. Preencha o questionário e edite-o depois de chegar à página principal

Tarefa 2. Reserve o seu voo

Tarefa 3. Consulte o estado do um voo

Tarefa 4. Utilize a funcionalidade "Mapas do aeroporto/RA" para encontrar o Heineken Grand Cafe

I2

Tarefa 1. Preencha o questionário e reserve um voo

Tarefa 2. Edite o questionário

Tarefa 3. Consulte o estado de um voo

Tarefa 4. Utilize a funcionalidade "Mapas do Aeroporto/RA" para encontrar o Heineken Grand Cafe

Bloco de perguntas 2. - Iteração 1 do Questionário

1. Não x4 | Sim x8

1.1. skip x8 | Não consegui pagar x1 | Não consegui escolher as cidades e as datas estavam trancadas x1 | Task 3 (Tarefa 3. Consulte o estado do seu voo) x1 | O heineken cafe estava a dizer burger king mas deu x1

2. Sim x12

3. Sim x11 | Não x1

4. Sim x10 | Não x2

4.1. skip x2 | A aplicação indica caminho até à loja ou local pretendido através da função de RA x1 | Ajudou a perceber as distâncias dos locais x1 | O mapa ajuda muito! Achei muito funcional, principalmente com a realidade aumentada x1 | Está bem organizada, é intuitiva e dá imenso jeito conseguir ver como ir de um sítio ao outro do aeroporto. x1 | Está visualmente mais agradável que as apps existentes x1 | É bastante acessível x1 | Design intuitivo, fácil acesso ao menus e boa implementação de ferramentas de orientação. x1 | Seria interessante no caso de estar num Aeroporto em que não estou familiarizado. As indicações no chão, assim como a indicação de onde estou direcionado são bem intuitivas. x1 | Existe uma experiência mais personalizada e conectada com o Aeroporto x1 | É inovadora e fácil de navegar x1

5. (Se tivesse a oportunidade) skip x6 | Primeiramente retirava a parte da linha vermelha na parte de indicação de caminho uma vez que acho que está a proibir o utilizador de passar pelo local, também agradecia que existisse mais indicações para algum utilizador que nunca tenha utilizado aplicações para a procura de voos. Houve um erro na parte de escolher o destino das lojas, estando na interface só a escolha de burger King. Na parte da escolha de lugares acho que vermelho seria mais apropriado para os lugares indisponíveis. Na parte de reservar o voo às cards podiam estar um bocado mais destacadas entre elas (sombra, contornos ou fundo). Não entendi também na escolha de lugares os dois verdes em lugares por seleccionar. x1 | O preço deveria aparecer logo aquando da escolha do voo x1 | A parte do questionário seria mais intuitiva se não tivesse tão escondida, poderia ficar em silêncio e cima das sugestões! x1 | Botão de alterar questionário estava muito escondido. Não foi fácil encontrá-lo x1 | Apenas adicionaria um menu de ajuda no campo das reservas caso seja necessária assistência. x1 | O estado do voo deveria aparecer logo e não de necessitar de repetir o processo de seleção do voo e aeroporto para conseguir verificar o estado. Opções como a AR no aeroporto deveriam ter uma diferenciação hierárquica. Se não fosse a tarefa, não me ia lembrar da funcionalidade. O design deveria ser mais convidativo à exploração e ter pop ups periódicos a relembrar funcionalidades x1

Bloco de perguntas 2. - Iteração 2 do Questionário

1. Não **x1** | Sim **x12**

1.1. **skip x12** | Tarefa 2 de alterar se informações já preenchidas **x1** | a

2. Sim **x12** | Não **x1**

3. Sim **x13**

4. **skip x2** | Sim **x11**

5. Sim **x12** | Não **x1**

5.1. **skip x3** | A funcionalidade de realidade aumentada da aplicação torna a descoberta de destinos dentro do aeroporto muito mais fácil. Funcionalidade de recomendação de destinos por parte da aplicação através do questionário inicial, torna a interação entre user-app muito mais agradável **x1** | Os mapas dão-nos uma visão real do espaço físico onde estamos e para onde queremos ir **x1** | A existência da RA é uma grande ajuda para quem necessita de encontrar os espaços pretendidos. O questionário inicial caba por servir de montra de destinos possíveis de escolher. Está aplicação a ser implementada será uma grande mais valia para quem frequentemente viaja de avião. **x1** | Daria uma vista geral do aeroporto e ajudaria as pessoas a encontrar rapidamente o destino **x1** | A introdução da realidade aumentada é uma excelente ideia. Parabéns! **x1** | Localização fácil e rentabilidade de tempo **x1** | O Mapa é muito bom **x1** | Em alguma situação de deslocação dentro do aeroporto ou acompanhamento do estado do voo **x1** | Principalmente o RA. Eh muito comum perder-se em aeroportos desconhecidos. Para alem de um mapa, ter um apoio visual real ajuda muito **x1** | Funciona como GPS, o que na minha opinião é bastante útil. **x1**

6. (Se tivesse a oportunidade) **skip x4** | Mudar o questionário inicial do menu para a página inicial e pôr essa opção debaixo das recomendações de destino que a aplicação fornece **x1** | Nada. É uma app intuitiva e fácil de usar. **x1** | Os preços podiam estar indicados na fase de escolher os voos **x1** | Colocaria as opções que teria de escolher a bold. Ex: depois da reserva de voo a escolha das datas e do número de passageiros passa um pouco despercebida. **x1** | Colocaria as próximas opções a escolher a outra cor ou a boldo para se destacar melhor. **x1** | Melhorar as opções de edição das informações do voo **x1** | Demorei

um tempo para encontrar como fazer alteração na tarefa 2 Na tarefa 3 ao adicionar o voo penso que está escrito "reservar" e isso confundiu-me um pouco achei que estava a reservar x1 | O processo de compra de um voo, passos demasiados x1 | Destacaria as opções a escolher x1

Bloco de perguntas 3. - Classificação do protótipo

Navegabilidade 2 x1 | 3 x2 | 4 x7 | 5 x15 (4.44)

Consistência 3 x2 | 4 x6 | 5 x17 (4.6)

Inovação 1 x1 | 2 x1 | 3 x3 | 4 x11 | 5 x9 (4.04)

Satisfação 3 x5 | 4 x8 | 5 x12 (4.28)

Apêndice 4 - Links dos Protótipos/Questionários

Auditorias TAP

versão 6.4.3: [📄 Figma](#)

versão 7.1.1: [📄 Figma](#)

Auditorias Ryanair: [📄 Figma](#)

Auditorias Emirates: [📄 Figma](#)

Análises SWOT às três aplicações: [📄 Figma](#)

Protótipo final: [📄 Figma](#)

Nota: Importa destacar que o “Protótipo final” constitui a solução principal desenvolvida ao longo deste projeto. Os protótipos criados para o uso na plataforma *Useberry* foram condensados às suas interações mais importantes, com o objetivo de melhorar a performance e a navegabilidade durante os testes realizados.

Protótipo Useberry - Iteração 1: [📄 Figma](#)

Protótipo Useberry - Iteração 2: [📄 Figma](#)

Protótipo Useberry - Iteração pós-feedback dos utilizadores: [📄 Figma](#)

Questionários moderados

Utilizador 13: [📄 Utilizador 13 Questionário](#)

Utilizador 24: [📄 Utilizador 24 Questionário](#)

Apêndice 5 - Consentimento Informado

Figura 117

Consentimento Informado - Utilizador 13 (1)

Consentimento Informado para Participação em Teste de Usabilidade

Nome do Estudo: Teste de Usabilidade do Protótipo da app da TAP

Contacto para Esclarecimentos: ACM002@outlook.com

Informações sobre o Estudo

Está a ser convidado(a) a participar num teste de usabilidade com o objetivo de avaliar e melhorar a experiência do utilizador do Protótipo da app da TAP.

Durante este teste:

- Serão recolhidos **registos de voz** enquanto realiza tarefas específicas na aplicação.
- Serão gravadas as **ações no ecrã do seu telemóvel** (toques, gestos, navegação, etc.).

A sua participação é essencial para identificar oportunidades de melhoria e tornar a aplicação mais intuitiva e eficaz.

Proteção de Dados e Confidencialidade (RGPD)

Nos termos do Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD – Regulamento (UE) 2016/679), garante-se que:

1. Os dados recolhidos serão utilizados exclusivamente para fins de investigação e desenvolvimento da aplicação.
2. As gravações não conterão informações pessoais identificáveis, a menos que fornecidas voluntariamente.
3. Poderá, a qualquer momento, exercer os seus direitos de acesso, retificação ou eliminação dos dados pessoais recolhidos.

Figura 118

Consentimento Informado - Utilizador 13 (2)

Participação Voluntária

A sua participação é completamente voluntária, podendo interromper a sua participação ou retirar o seu consentimento a qualquer momento, sem qualquer penalização ou necessidade de justificação.

Declaração de Consentimento

Assinalando as opções abaixo e assinando este documento, confirmo que:

- ☒ Li e compreendi a informação acima sobre o estudo.
- ☒ Aceito participar voluntariamente neste teste de usabilidade.
- ☒ Autorizo a gravação da minha voz durante o teste.
- ☒ Autorizo a gravação das interações com o ecrã do meu telemóvel.
- ☒ Compreendo que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento.

Dados do Participante

Nome Completo: Patrícia Alexandra Moreira da Costa

Data: 02 / 06 / 2025

Assinatura: 

Figura 119

Consentimento Informado - Utilizador 24 (1)

Consentimento Informado para Participação em Teste de Usabilidade

Nome do Estudo: Teste de Usabilidade do Protótipo da app da TAP

Contacto para Esclarecimentos: ACM002@outlook.com

Informações sobre o Estudo

Está a ser convidado(a) a participar num teste de usabilidade com o objetivo de avaliar e melhorar a experiência do utilizador do Protótipo da app da TAP.

Durante este teste:

- Serão recolhidos **registos de voz** enquanto realiza tarefas específicas na aplicação.
- Serão gravadas as **ações no ecrã do seu telemóvel** (toques, gestos, navegação, etc.).

A sua participação é essencial para identificar oportunidades de melhoria e tornar a aplicação mais intuitiva e eficaz.

Proteção de Dados e Confidencialidade (RGPD)

Nos termos do Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD – Regulamento (UE) 2016/679), garante-se que:

1. Os dados recolhidos serão utilizados exclusivamente para fins de investigação e desenvolvimento da aplicação.
2. As gravações não conterão informações pessoais identificáveis, a menos que fornecidas voluntariamente.
3. Poderá, a qualquer momento, exercer os seus direitos de acesso, retificação ou eliminação dos dados pessoais recolhidos.

Figura 120

Consentimento Informado - Utilizador 24 (2)

Participação Voluntária

A sua participação é completamente voluntária, podendo interromper a sua participação ou retirar o seu consentimento a qualquer momento, sem qualquer penalização ou necessidade de justificação.

Declaração de Consentimento

Assinalando as opções abaixo e assinando este documento, confirmo que:

- ☒ Li e compreendi a informação acima sobre o estudo.
- ☒ Aceito participar voluntariamente neste teste de usabilidade.
- ☒ Autorizo a gravação da minha voz durante o teste.
- ☒ Autorizo a gravação das interações com o ecrã do meu telemóvel.
- ☒ Compreendo que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento.

Dados do Participante

Nome Completo: Francisco da Costa Mendes

Data: 02 / 06 / 2025

Assinatura: _____

Francisco