



APPEvollu

Mestrado em Engenharia Informática - Computação Móvel

Bruno José Fonseca

Leiria, setembro de 2019



APPEvollu

Mestrado em Engenharia Informática - Computação Móvel

Bruno José Fonseca

Estágio realizado sob a orientação da Professora Doutora Rosa Matias e sob supervisão do Professor Doutor Luís Marcelino

Leiria, setembro de 2019

Originalidade e Direitos de Autor

O presente relatório de estágio é original, elaborado unicamente para este fim, tendo sido devidamente citados todos os autores cujos estudos e publicações contribuíram para o elaborar.

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição de que seja mencionado o Autor e feita referência ao ciclo de estudos no âmbito do qual a mesma foi realizado, a saber, Curso de Mestrado em Engenharia Informática - Computação Móvel, no ano letivo 2018/2019 da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, e, bem assim, à data das provas públicas que visaram a avaliação destes trabalhos (se aplicável).

Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero agradecer à *Sensing Evolution* pela oportunidade concedida ao estágio e a toda a confiança transmitida durante estes 9 meses de trabalho. Um especial obrigado ao Luís Marcelino, CTO da *Sensing Evolution* que durante este estágio esteve sempre presente para qualquer dúvida que pudesse surgir. Quero também agradecer ao Sérgio Paulo, CEO da *Sensing Evolution*, por toda a motivação dada durante este estágio. Não podendo esquecer o Ricardo Domingues, Beatriz Patrício, Rodrigo Alves e Marta Carvalho, membros da equipa de desenvolvimento da *Sensing Evolution*, que durante este estágio me apoiaram sempre e me ajudaram na tomada de algumas decisões.

Quero agradecer a minha família, especialmente o meu pai e a minha mãe pelo apoio que me deram e por toda a preocupação demonstrada durante o meu percurso académico.

Não podendo esquecer a minha namorada, Bárbara Miguel, que esteve sempre ao meu lado durante estes anos de ensino superior.

Em especial, deixo as minhas palavras de agradecimento aos meus colegas de curso João Carço, José Guerra, Nuno Gomes e Bruno Anastácio por todo o apoio durante estes anos de licenciatura e mestrado.

Por último um agradecimento especial à professora Rosa Matias, coordenadora do meu relatório de estágio, por toda a disponibilidade e ajuda durante a escrita deste relatório.

Resumo

O presente relatório descreve os nove meses de duração em estágio realizado no âmbito da cadeira de estágio do mestrado em Engenharia Informática - Computação Móvel da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Politécnico de Leiria. O estágio curricular foi realizado na empresa *Sensing Evolution*, em Leiria. As tarefas desempenhadas durante estes meses passaram pela reformulação de uma aplicação móvel dedicada ao rastreio da saúde auditiva. Essa aplicação foi originalmente desenvolvida numa *framework cross-platform*. No entanto, apresentava alguns problemas de funcionamento, pelo que, foi sugerido o desenvolvimento utilizando ambientes de desenvolvimento especializados e orientados para sistemas operativos específicos. Desta forma, foram desenvolvidas duas aplicações, uma Android e outra para iOS. Ao longo destes meses também foram realizadas algumas alterações a um website, por forma a atualizar informação sobre a empresa. Ainda, foram desenvolvidos alguns testes automáticos à plataforma desenvolvida por membros da *Sensing Evolution*.

A aplicação denomina-se *Evollu* e tem como principal objetivo realizar testes auditivos, ficando o utilizador com a noção do seu estado de saúde auditiva. Em relação à aplicação inicial, a nova aplicação *Evollu* apresenta um novo design e uma nova lógica de funcionamento. Com o desenvolvimento nativo, foi possível garantir que o resultado do teste auditivo fosse mais assertivo nos seus resultados.

Para além da aplicação auxiliar as pessoas a descobrir o seu estado de saúde auditiva, permite ainda o agendamento de um rastreio auditivo com um profissional de saúde.

Palavras-chave: Aplicações móveis, Rastreio auditivo, Audiologia

Abstract

This report aims to describe the 9 months spent in the internship. This internship was under the internship chair of the master's degree in computer engineering - mobile computing. This internship took place at Sensing Evolution, in Leiria. The tasks performed during these months went through the development of a mobile application that was already on the market. This application was developed on a cross platform framework and it was suggested that this application be developed natively, ie one application for Android and one for iOS. During these months some changes were also made to the website to update information about the company. Also, some automated tests of the platform. This platform was being developed by members of the Sensing Evolution development team.

This application, Evollu, aims to perform a hearing test easily and quickly. In a few minutes, you can know your hearing health status. Compared to the initial application, this new application has a new design and its operating logic was changed. Using native frameworks, it was possible to ensure that the hearing test result was more assertive in its results.

This hearing test helps people find out their hearing health and can then schedule a hearing screening with an audiologist.

Keywords: Mobile applications, Hearing screening, Audiology

Índice

Originalidade e Direitos de Autor	iii
Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Lista de Figuras.....	x
Lista de Tabelas.....	xiv
Lista de Siglas e Acrónimos	xv
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Enquadramento empresarial.....	3
1.3. Objetivos.....	3
1.4. Cronograma do estágio	4
1.5. Estrutura do documento	5
2. Estado da arte	7
2.1. Reengenharia da aplicação Evollu	7
2.2. Soluções de rastreio auditivo	16
2.2.1. Sistema tradicional de rastreio auditivo.....	16
2.2.2. <i>Petralex Hearing Test</i>	17
2.2.3. <i>Hearing Test pl</i>	19
2.2.4. Mimi hearing test.....	20
2.2.5. Teste auditivo <i>amplifon</i>	23
2.2.6. Teste auditivo <i>Widex</i>	25
2.3. Estudo comparativo.....	27
3. Metodologia de desenvolvimento	30

3.1.	Scrum.....	31
3.2.	Metodologia de desenvolvimento na <i>Sensing Evolution</i>	32
4.	Processo de Conceção da aplicação	36
4.1.	Levantamento de requisitos.....	36
4.2.	Arquitetura de suporte	38
4.3.	Diagrama de classes	39
4.4.	Mockups	40
4.5.	Ferramentas de desenvolvimento	40
4.5.1.	<i>Android studio</i>	41
4.5.2.	Xcode	41
4.6.	Conceção da aplicação	41
4.6.1.	Problemas da aplicação inicial	42
4.6.2.	Padrão de desenvolvimento.....	42
4.6.3.	Decisões tomadas	43
4.7.	Casos de uso	54
4.8.	Processo de calibração	55
5.	Aplicação final	59
5.1.	Teste auditivo.....	59
5.2.	Resultado do teste auditivo.....	62
5.3.	Autenticação e Registo	64
5.4.	Termos e condições & Política de privacidade	65
5.5.	Perfil	66
5.6.	Rastreios auditivos	68
5.7.	Fluxo da aplicação atual	69

5.8. Comparação entre aplicação inicial e atual	70
6. Testes	72
6.1. Testes unitários	72
6.2. Testes de usabilidade	72
7. Conclusão	75
Bibliografia	77
Anexos	81
Anexo A. Mockups da aplicação Evollu.....	81

Lista de Figuras

Figura 1 - Cronograma do estágio.....	5
Figura 2 - Falta de audição por idade.....	8
Figura 3 - Arquitetura da aplicação inicial Evollu.....	9
Figura 4 - Fluxo da aplicação inicial Evollu.....	10
Figura 5 - Página inicial não autenticado.....	11
Figura 6 - Página inicial autenticado.....	11
Figura 7 - Menu da aplicação autenticado.....	11
Figura 8 - Menu da aplicação não autenticado.....	11
Figura 9 - Página de registo/autenticação.....	12
Figura 10 - Ecrã de informação sobre o teste auditivo.....	13
Figura 11 – Ecrãs de preparação ao teste auditivo.....	13
Figura 12 - Ecrã do teste auditivo.....	14
Figura 13 - Ecrãs de resultado do teste auditivo.....	15
Figura 14 - Ilustração de um teste auditivo tradicional [8].....	17
Figura 15 - Ecrãs da aplicação Petralex.....	18
Figura 16 - Ecrãs da aplicação hearing test(pl).....	20
Figura 17 - Ecrãs da aplicação mimi hearing test.....	22
Figura 18 - Teste <i>amplifon</i> escolha da idade.....	23
Figura 19 - Teste <i>amplifon</i> configuração.....	24
Figura 20 - Teste <i>amplifon</i> informação.....	24
Figura 21 - Teste <i>amplifon</i> resposta.....	24
Figura 22 - Teste <i>amplifon</i> resultado.....	25
Figura 23 - Ecrãs do teste auditivo online da <i>Widex</i>	27
Figura 24 - Percentagem de metodologias utilizadas (2018) [16].....	30
Figura 25 - Representação do scrum [17].....	32
Figura 26 - Ferramenta de gestão do projeto (todos os projetos).....	34
Figura 27 - Ferramenta de gestão do projeto (projeto Evollu).....	34
Figura 28 - Gráfico de contribuição durante o projeto (Android).....	35

Figura 29 - Gráfico de contribuição durante o projeto (iOS).....	35
Figura 30 - Arquitetura da aplicação	39
Figura 31 - Diagrama de classes	40
Figura 32 - Padrão de desenho MVC [34].....	43
Figura 33 - Trecho de código do módulo android	44
Figura 34 - Trecho de código do módulo android	45
Figura 35 - Trecho de código do módulo iOS	45
Figura 36 - Trecho de código do módulo iOS	46
Figura 37 - Trecho código animação	47
Figura 38 - Menu da aplicação Evollu.....	47
Figura 39 - Lista de centro auditivos	48
Figura 40 - Informação sobre a instalação.....	49
Figura 41 - Disponibilidade da instalação	49
Figura 42 - Website loja	50
Figura 43 - Menu aplicação com loja	51
Figura 44 - Trecho código get produtos loja.....	52
Figura 45 - Lista produtos da loja.....	52
Figura 46 - Lista produtos da loja com 2 itens	52
Figura 47 - Detalhes do produto loja	53
Figura 48 - Encomenda loja.....	53
Figura 49 - Formulário morada loja.....	53
Figura 50 - Trecho código pagamento produto.....	54
Figura 51 - Caso de uso do teste auditivo	55
Figura 52 - Aplicação calibração lista frequências	56
Figura 53 - Aplicação calibração frequência a tocar	56
Figura 54 - Aplicação calibração inserir valor.....	56
Figura 55 - Aplicação calibração lista com valores	56
Figura 56 - Aplicação calibração inserir novos auscultadores.....	57
Figura 57 - App Evollu página principal	60
Figura 58 - App Evollu info teste	60

Figura 59 - App Evollu requisito auscultadores	61
Figura 60 - App Evollu requisito seleccionar tipo auscultadores	61
Figura 61 - App Evollu requisito volume máximo.....	61
Figura 62 - App Evollu requisito silencio	61
Figura 63 - App Evollu aviso teste	62
Figura 64 - App Evollu teste auditivo	62
Figura 65 - App Evollu teste auditivo parado	62
Figura 66 - App Evollu resultado gráfico.....	63
Figura 67 - App Evollu resutlado textual	63
Figura 68 - App Evollu resultado pdf.....	64
Figura 69 - App Evollu página de autenticação	65
Figura 70 - App Evollu registo.....	65
Figura 71 - App Evollu termos e condições	65
Figura 72 - App Evollu política de privacidade	65
Figura 73 - App Evollu perfil.....	67
Figura 74 - App Evollu editar perfil.....	67
Figura 75 - App Evollu marcações.....	67
Figura 76 - App Evollu marcação expandida	67
Figura 77 - App Evollu histórico testes.....	68
Figura 78 - App evollu histórico com checkboxes.....	68
Figura 79 - App Evollu rastreios	69
Figura 80 - App Evollu rastreios pesquisa	69
Figura 81 - App Evollu pedido de contacto.....	69
Figura 82 - App Evollu disponibilidades	69
Figura 83 - Fluxo da app atual	70
Figura 84 - Gráfico dos testes de usabilidade.....	74
Figura 85 - Mockup abertura aplicação.....	81
Figura 86 - Mockup página inicial	81
Figura 87 - Mockup informação do teste	81
Figura 88 - Mockup requisito auscultadores	81

Figura 89 - Mockup seleção auscultadores.....	82
Figura 90 - Mockup requisito volume	82
Figura 91 - Mockup requisito silêncio.....	82
Figura 92 - Mockup começar teste	82
Figura 93 - Mockup contagem 3.....	83
Figura 94 - Mockup contagem 2.....	83
Figura 95 - Mockup contagem 1.....	83
Figura 96 - Mockup teste.....	83
Figura 97 - Mockup teste parado	84
Figura 98 - Mockup resultado teste (gráfico)	84
Figura 99 - Mockup resultado teste (textual).....	84
Figura 100 - Mockup login.....	84
Figura 101 - Mockup registo	85
Figura 102 - Mockup perfil	85
Figura 103 - Mockup edição perfil	85
Figura 104 - Mockup lista de instalações	85

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Funcionalidades da aplicação inicial Evollu	8
Tabela 2 - Classificação audiométrica da perda auditiva	15
Tabela 3 - Tabela comparativo dos métodos de rastreio auditivo	29
Tabela 4 - Requisitos funcionais	38
Tabela 5 - Amplitude máxima.....	58
Tabela 6 - Comparação entre aplicação inicial e atual	71
Tabela 7 - Escala do teste de usabilidade	74

Lista de Siglas e Acrónimos

API	<i>Application programming interface</i>
APP	Aplicação
BD	Base de Dados
BT	<i>Bluetooth</i>
dB	Decibel
dB HL	<i>Decibels hearing level</i>
ESTG	Escola Superior de Tecnologia e Gestão
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
Hz	Hertz
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>

1. Introdução

O foco do presente capítulo é enquadrar o leitor no tema associado à aplicação desenvolvida no estágio curricular. O tema deste estágio tem como base a audiologia.

Pelo que será introduzido o tema da audiologia e o problema de falta de audição na população em geral.

Ainda neste capítulo será introduzida a empresa acolhedora do estágio assim como os membros que a constituem. É também explicado qual o propósito do estágio e os seus objetivos além disso é apresentado o cronograma do estágio. Por fim é feita uma descrição sobre a estrutura deste documento.

1.1. Enquadramento

De acordo com Barczick & Serpanos [1] existem estimativas que indicam que uma em cada oito pessoas com 12 anos ou mais de idade, tem perda de audição bilateral e que a ocorrência de perda auditiva aumenta com a idade. A perda auditiva em adultos pode ser devido a vários fatores, tais como, o envelhecimento, exposição a ruído, genética, drogas tóxicas, tumores ou lesões. Ainda, as estimativas sugerem que apenas procuram tratamento 16% dos adultos com idade entre os 20 e os 69 anos e que um em cada três adultos com 70 anos. Ou seja, a perda auditiva permanece sem identificação e pode levar ao isolamento, ansiedade, depressão, frustração e fadiga. Sendo que, segundo Ribeiro et al. [2], um aspeto importante que se deve levar em consideração na manutenção da saúde da população, é a capacidade da pessoa conseguir comunicar e interagir com o meio ambiente em que vive, a fim de promover a sua qualidade de vida.

Tendo em conta as dificuldades relacionadas à perda auditiva, principalmente no que se refere aos aspetos de comunicação e socialização das pessoas é necessário alertar a população e procurar soluções que combatam este problema o que tem vindo a ser promovido pelos media, através de publicidades elucidativas nos canais de televisão nacionais.

Segundo Saunders & Morgan [3], as medidas audiométricas, quando se fala em falta de audição, são tradicionalmente feitas em *Decibels hearing level (dB HL)* é a diferença entre o valor medido do que uma pessoa sem qualquer problema auditivo deve ouvir e o que

realmente ouve. Esta medição é feita com um aparelho que faz a medição no canal auditivo. Entretanto, variações individuais na acústica do canal auditivo e variações na colocação do aparelho influenciam fortemente o dB SPL dos sinais que chegam ao tímpano. Ainda de acordo com os mesmos autores, pode-se aferir que a distribuição do tímpano dB SPL varia de orelha para orelha numa frequência até 40 dB.

Em conformidade com Barczick & Serpanos [1], os avanços tecnológicos em dispositivos móveis “*smart*” (como por exemplo, smartphones, tablets) levou a uma proliferação de várias aplicações móveis ligadas à saúde que podem ser usadas por pacientes e prestadores de cuidados de saúde. Nesta linha orientadora é urgente facilitar o acesso dos cidadãos e profissionais de saúde a aplicações que permitam de forma simples e rápida testar a audição. Ainda de acordo com os mesmos autores, foram desenvolvidas recentemente várias aplicações móveis para avaliar a audição, que podem ser autoadministradas ou operadas por profissionais e não profissionais de saúde. São diversas as aplicações móveis de testes auditivos que são gratuitos e disponíveis ao público em geral, através de *smartphones* com sistemas operacionais *iOS* (Apple) ou *Android* (Google).

A conceção de uma aplicação com capacidade de realizar testes auditivos e que seja acessível a toda à população só é possível através das novas tecnologias, seja por meio de *tablets* instalados em diversos pontos prestadores de cuidados de saúde, seja em *smartphones*. Apesar desta ubiquidade, os métodos tradicionais de testes auditivos efetuados por profissionais de saúde são fundamentais para poder perceber pormenorizadamente os problemas dos pacientes.

Assim, é possível englobar toda a população que esteja a desenvolver problemas de audição e que ainda não tenham sido detetados.

A *Sensing Evolution* desenvolveu uma aplicação móvel que confere a capacidade a indivíduos de facilmente saber o estado atual da sua audição. Com esta solução qualquer pessoa munida de um *smartphone* e uns auscultadores pode realizar um teste auditivo. Depois, se desejar poderá entrar em contacto com profissionais de audiologia e marcar uma consulta para realizar exames mais aprofundados.

1.2. Enquadramento empresarial

A entidade de acolhimento do estágio *Sensing Evolution* [4] é uma *startup* que foi fundada em 2015. Está situada na IDNET (incubadora D. Dinis), uma incubadora de empresas situada em Parceiros, Leiria. O objetivo da *Sensing Evolution* é oferecer um conjunto de serviços inovadores, soluções inteligentes, discretas e capazes de melhorar e providenciar uma melhor saúde auditiva, possibilitando uma maior qualidade de vida a um maior número de pessoas. O principal foco da *Sensing Evolution* é o desenvolvimento de *software* na área da saúde, mais propriamente em audiologia. Dispõe do projeto em que se enquadra este estágio, uma aplicação móvel que serve como rastreio auditivo, mas também tem um projeto *kiosk* que é um equipamento composto por uns auscultadores e um *tablet* que serve para fazer rastreios auditivos mais especializados. Este equipamento encontra-se em várias farmácias espalhadas pelo país, e com este equipamento existe uma plataforma onde os farmacêuticos podem ver os resultados dos testes e fazer um acompanhamento personalizado aos seus pacientes. Também existem outros projetos relacionados com análises clínicas. Neste momento a empresa conta com 10 colaboradores, desde engenheiros de *software*, responsáveis de operações, comerciais e audiologistas. A equipa de desenvolvimento é composta por 6 pessoas, sendo um deles responsável de equipa.

1.3. Objetivos

O principal objetivo deste estágio é refazer uma aplicação móvel que permita efetuar rastreios auditivos. Assim de forma rápida, simples e económica um utilizador consegue saber o seu estado de saúde auditiva. Inicialmente a aplicação foi desenvolvida em *Xamarin* uma plataforma de desenvolvimento de aplicações móveis *cross-platform* que permite programar o sistema e realizar o *deployment* para vários sistemas operativos móveis. Neste caso a aplicação existente era disponibilizada para os sistemas operativos *Android* e *iOS*. A aplicação original apresentava alguns problemas de fiabilidade nomeadamente a nível dos resultados do teste auditivo. No sentido de solucionar o problema foram desenvolvidas aplicações em ambientes de desenvolvimento dedicados aos sistemas operacionais alvos. Desse desenvolvimento surgiram duas aplicações: uma para o sistema *Android* e outra aplicação para o sistema *iOS*.

A aplicação inicial estava a utilizar uma *Application programming interface* (API) também desenvolvida por uma empresa externa e foi solicitado a utilização de uma API desenvolvida internamente. A troca de APIs deve-se ao facto da API original ter tido custos

elevados associados. Com esta mudança aproveitou-se para reestruturar a lógica de negócio. Esse trabalho foi desenvolvido pela equipa de desenvolvimento da *Sensing Evolution*.

Antes de dar reformular a aplicação foi solicitado que fosse estudada a aplicação inicial e identificados problemas associados. Quer a nível de usabilidade, quer a nível de funcionalidades, mas também a nível de *design*. Depois de reunidos alguns problemas da aplicação inicial foram propostas algumas alterações para que esta fosse melhorada. Todas estas propostas são descritas no capítulo 4. Para além das alterações supramencionadas foram desenvolvidas funcionalidades extra.

1.4.Cronograma do estágio

O presente estágio apresentou uma duração de 9 meses, iniciando-se em setembro de 2018 e terminando em junho de 2019. Na Figura 1 é apresentado o cronograma das tarefas mensais realizadas ao longo do estágio. Visto que o estágio ocorreu em ambiente empresarial, foi necessário um período de adaptação, começando pelo estudo da aplicação inicial/original e posteriormente a análise das ferramentas a utilizar para o desenvolvimento das aplicações. Os primeiros 3 meses (setembro, outubro e dezembro) foram essencialmente de estudo da aplicação que já tinha sido desenvolvida por uma empresa externa. Ainda, foi necessário definir quais eram as alterações necessárias e foram desenvolvidos todos os ecrãs da aplicação. Ainda nestes meses iniciais foi construída toda a parte do modelo da aplicação. No quarto mês (dezembro) foi realizada a integração com API de gestão de utilizadores, autenticação registo entre outros. No fim do mês de dezembro estava terminada uma primeira versão da nova aplicação em ambiente de testes, tanto para *iOS* como para *Android*. Nos meses seguintes (janeiro, fevereiro, março e abril) foi refeita toda a aplicação a nível visual e foram desenvolvidas novas funcionalidades. Em maio foi publicada a nova versão em produção e foram feitas algumas alterações para conseguir publicar esta versão. Apesar de ao longo do ano ter escrito partes do relatório o último mês foi dedicado à conclusão do mesmo.

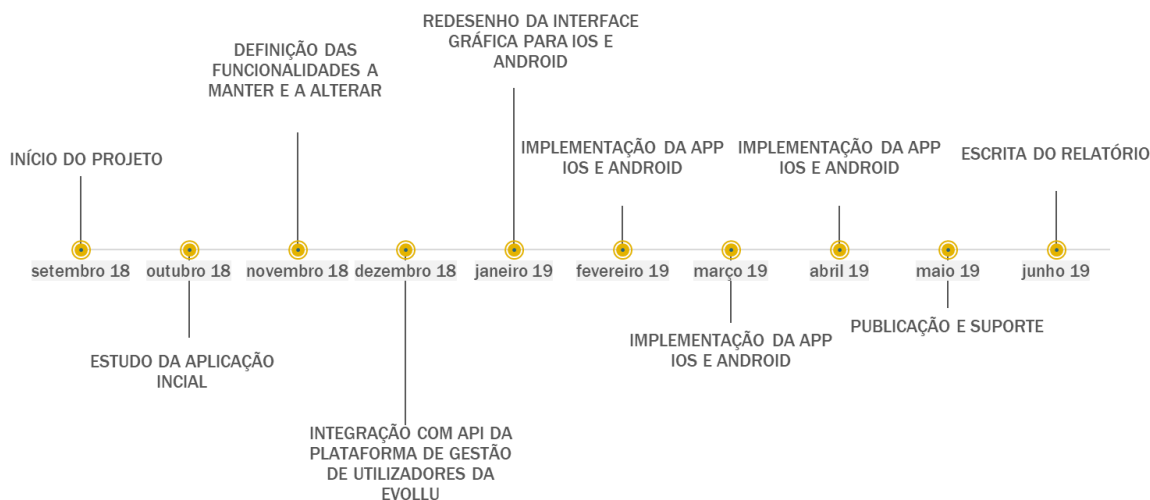


Figura 1 - Cronograma do estágio

1.5. Estrutura do documento

O presente relatório divide-se em sete capítulos e em conjunto, expõem e detalham todo o trabalho desenvolvido durante o estágio curricular.

No capítulo 1 (Introdução), é feita uma introdução ao tema abordado no presente relatório. Também é descrito o cerne deste estágio que no fundo é o desenvolvimento de aplicações móveis cujo principal objetivo é realizar rastreios auditivos. Ainda neste capítulo é feito o enquadramento da empresa acolhedora do estágio e apresentado o cronograma do estágio.

No capítulo 2 (Estado da arte) é descrita a aplicação *Evollar* como foi encontrada inicialmente e são apresentados alguns sistemas que tenham a mesma finalidade que a aplicação *Evollar*, de rastreio auditivo. Por fim, no capítulo 2 ainda é feita uma comparação entre todas estes sistemas de rastreio auditivo.

No capítulo 3 (Metodologia de desenvolvimento) é descrito o método que a empresa *Sensing Evolution* usa no desenvolvimento de *software* e que foi seguido no âmbito do estágio.

O capítulo 4 (Processo de conceção da aplicação) inicia-se com o levantamento de requisitos que foi realizado para o desenvolvimento da aplicação *Evollar*. De seguida, é apresentado uma nova arquitetura para do sistema, os seus *mockups* e as ferramentas para o desenvolvimento utilizadas. Ainda neste capítulo é descrito o processo de conceção da aplicação com todas as escolhas tomadas durante o seu desenvolvimento.

No capítulo 5 (Aplicação final) é descrito o estado da aplicação no final do estágio e todas as suas funcionalidades.

No capítulo 6 (Testes) são descritos os testes que foram feitos para garantir que esta aplicação foi desenvolvida consoante o que foi proposto inicialmente.

No capítulo 7 (Conclusão) é feito uma análise aos meses de estágio e à aplicação desenvolvida apresentado possíveis propostas de trabalho futuro que poderão trazer valor à aplicação. Por fim, neste capítulo é feito um balanço final ao estágio.

2. Estado da arte

Este capítulo descreve a aplicação inicial. Também é nesta secção que se descrevem outras aplicações semelhantes à desenvolvida durante o estágio, com intuito de conhecer sistemas concorrentes.

Uma vez que se pretende refazer a aplicação *Evollar*, foi realizado um estudo à aplicação inicial que inclusivamente se encontrava no mercado. Também serão listados as funcionalidades e os vários ecrãs que esta aplicação móvel dispunha. É importante referir que toda esta aplicação foi desenvolvida por uma empresa externa, sendo que, todo o código fonte não estava comentado e não existia documentação à cerca do seu desenvolvimento.

Ainda neste capítulo serão abordados outros sistemas de rastreio auditivo, nomeadamente o sistema tradicional que não pode ser substituído por aplicações móveis pelo facto de ainda haver algum erro de diagnóstico por parte de sistemas ditos online. Também será descrito o funcionamento de outras aplicações móveis com características idênticas à aplicação *Evollar*.

Por fim, será feito uma comparação entre todos estes métodos de rastreios auditivos anteriormente descritos.

2.1.Reengenharia da aplicação Evollar

Como mencionado anteriormente, o objetivo deste estágio é reformular uma aplicação móvel. Aplicação que permite aos utilizadores realizarem um rastreio auditivo, em poucos minutos, de uma forma fácil e com possibilidade de contactar a farmácia mais próxima para poderem agendar uma consulta com um audiolologista. Esta aplicação é destinada a qualquer pessoa. As pessoas poderão sofrer de perda auditiva sem se aperceberem. A Figura 2 apresenta a falta de audição por faixa etária. A predominância de falta de audição é acentuada em pessoas mais idosas, na casa dos 60-69 anos [4].

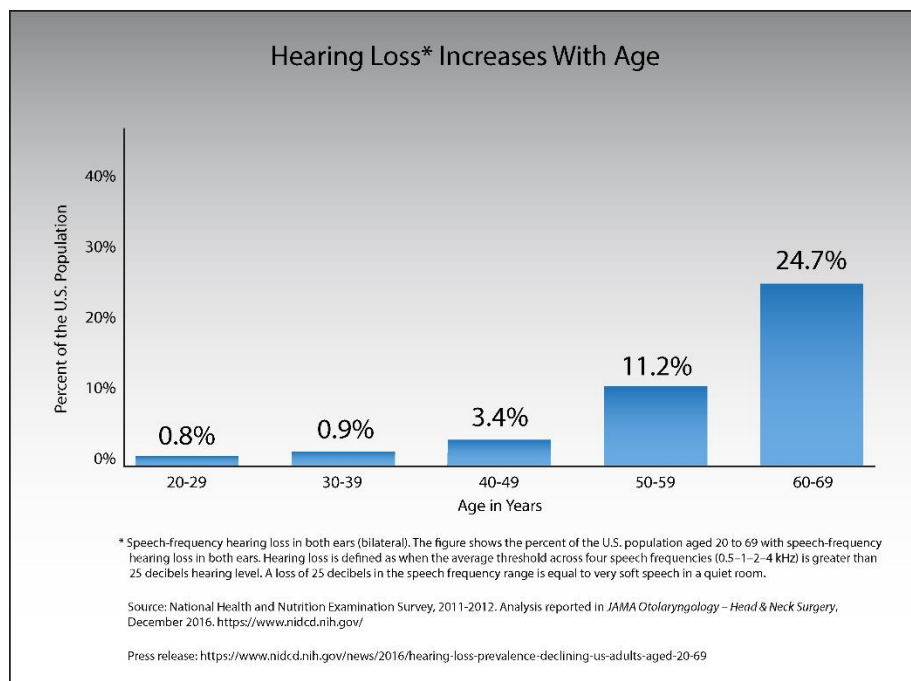


Figura 2 - Falta de audição por idade

Na Tabela 1 encontram-se resumidas os requisitos funcionais da aplicação *Evollar* inicial. O processo de identificação destes requisitos funcionais foi inferido pelas funcionalidades da aplicação, dada a inexistência de documentação.

#	Descrição
RF00001	Permitir ao utilizador fazer um teste auditivo.
RF00002	Ver o resultado do teste auditivo graficamente e textualmente.
RF00003	Mostrar e guardar um pdf com o resultado do teste auditivo.
RF00004	Guardar o teste auditivo.
RF00005	Listar testes auditivos anteriores.
RF00006	Apagar teste auditivos anteriores.
RF00007	Autenticação e registo.
RF00008	Listar centros auditivos.
RF00009	Fazer um pedido de contacto.
RF00011	Ter acesso a loja online.
RF00012	Realizar um questionário auditivo.

Tabela 1 - Funcionalidades da aplicação inicial Evollar

Esta aplicação móvel foi inteiramente desenvolvida em *Xamarin*. *Xamarin* é uma *framework* que permite o desenvolvimento com recurso a uma linguagem de programação, C#, com possibilidade de *deployment* para vários sistemas como *Android* e *iOS* neste caso.

Para além da aplicação móvel, existe uma API desenvolvida também em C#, que permite à aplicação ter acesso aos dados de uma base de dados responsável pela persistência dos dados. Esta API também desenvolvida pela mesma empresa externa foi alvo de alterações e reestruturação por parte de colaboradores da *Sensing Evolution*.

A Figura 3 representa a arquitetura da aplicação, em que se vê que os dispositivos móveis comunicam com a API e que esta acede aos dados da base de dados. Tanto o servidor como a base de dados estavam alojados na Microsoft Azure. É de notar que apenas existe um servidor central onde são feitos todos os pedidos e apenas uma base de dados onde está armazenada toda a informação.

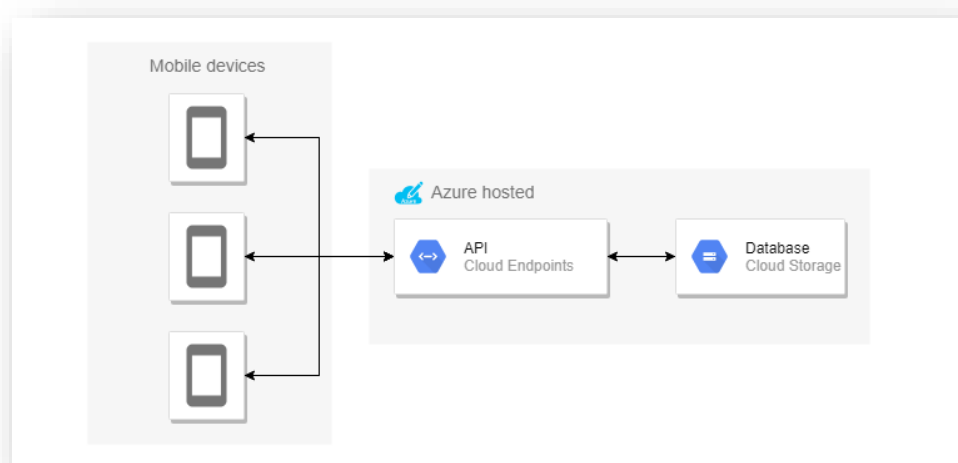


Figura 3 - Arquitetura da aplicação inicial Evollar

A Figura 4, representa o fluxo da aplicação inicial de modo a perceber melhor o funcionamento da mesma para depois ser explicado quais foram as alterações feitas durante este período de estágio. Existe a possibilidade de se registar na aplicação e assim estar autenticado para poder aceder a algumas funcionalidades da aplicação tais como poder aceder aos resultados dos testes auditivos, ver o perfil de utilizador e aceder ao histórico de testes feitos na aplicação. Facilmente se pode ver isso no fluxo estando representado de cor azul mais claro as funcionalidades onde apenas os utilizadores não autenticados podem

aceder, de cor azul mais escuro funcionalidades que apenas utilizadores autenticados podem aceder e de cor branca as funcionalidades que qualquer utilizador pode aceder.

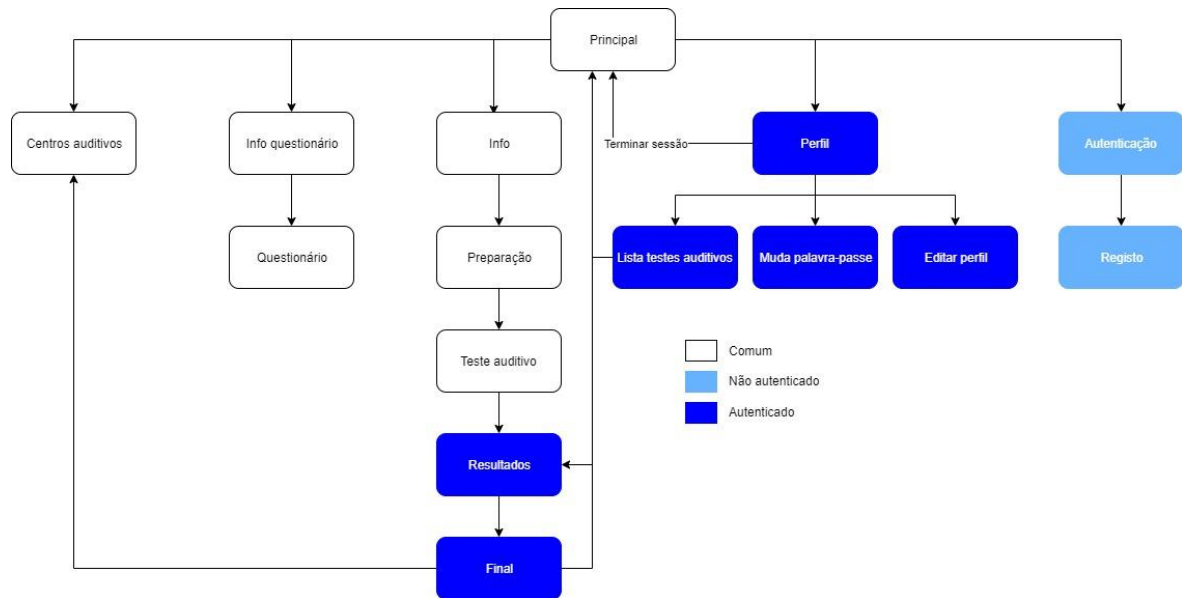


Figura 4 - Fluxo da aplicação inicial Evollu

De seguida são apresentados os vários ecrãs da aplicação inicial assim como as suas funcionalidades.

As figuras supramencionadas apresentam as páginas iniciais da aplicação. Na Figura 5 quando o utilizador não está autenticado e na Figura 6 quando o utilizador está autenticado. Nessas Figuras existem três botões para: (i) aceder ao menu da aplicação; (ii) autenticar o utilizador e; (iii) para realizar o teste auditivo. No menu da aplicação existem outras funcionalidades que o utilizador pode aceder e serão explicadas de seguida.



Figura 5 - Página inicial não autenticado



Figura 6 - Página inicial autenticado

Tocando no botão menu são apresentadas várias ações que o utilizador pode tomar como está representado na Figura 7 e 8. A aplicação tem um comportamento diferente se estiver autenticado como se vê na Figura 7, o nome do utilizador é visível e carregando nesse painel onde está o avatar do utilizador a aplicação é redirecionada para o perfil do utilizador. Caso não esteja autenticado como se vê na Figura 8, o utilizador é redirecionado para a página de autenticação. No caso de selecionar propostas e catálogo, será redirecionado para o site da loja online.



Figura 7 - Menu da aplicação autenticado



Figura 8 - Menu da aplicação não autenticado

No caso de ainda não estar autenticado o utilizador pode efetuar a sua autenticação preenchendo os campos visíveis na Figura 9 do lado esquerdo, email e palavra-passe. Caso o utilizador ainda não se tiver registado pode fazê-lo preenchendo os campos da Figura 9 do lado direito, primeiro e último nome, email, palavra-passe género e data de nascimento e para ler os termos e condições da aplicação pode fazê-lo a partir da página de registo.

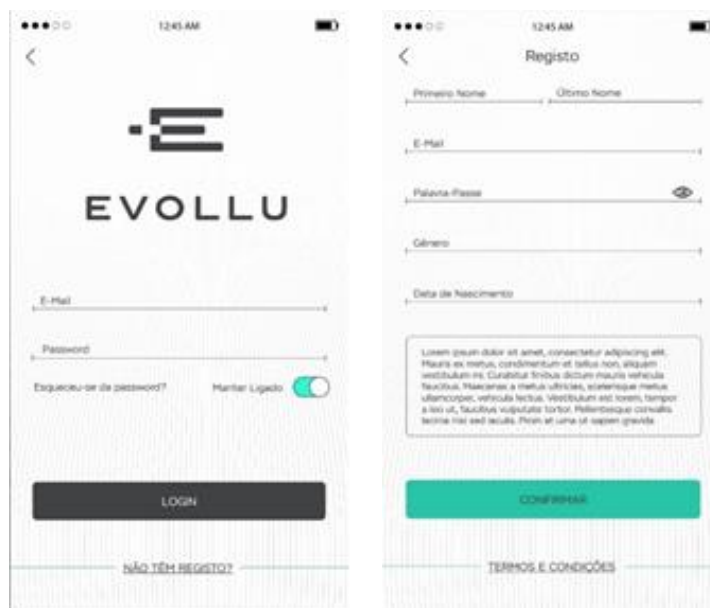


Figura 9 - Página de registo/autenticação

Na Figura 10 são apresentados ecrãs onde é descrito em que consiste o teste auditivo e os seus vários passos. Na Figura 11 são representados os requisitos necessários para poder realizar o teste e para obter um resultado mais fidedigno. Sendo que os requisitos são 3: (i) ter uns auscultadores encaixados e escolher o tipo de auscultador para que seja realizada uma calibração, tornando o rastreio mais fiável; (ii) ter pelo menos 10% de bateria e; (iii) estar num local onde o barulho ambiente seja reduzido para que o utilizador realize com fiabilidade o teste auditivo. Quando o utilizador tiver os auscultadores encaixados a imagem de aviso desaparece e surge uma lista com os vários tipos de auscultadores, como se pode ver na Figura 11 do lado direito. Dessa lista pode ser selecionado um tipo de auscultador. Após estes requisitos estarem todos satisfeitos o utilizador pode avançar para o teste auditivo pressionando o botão para continuar.



Figura 10 - Ecrã de informação sobre o teste auditivo

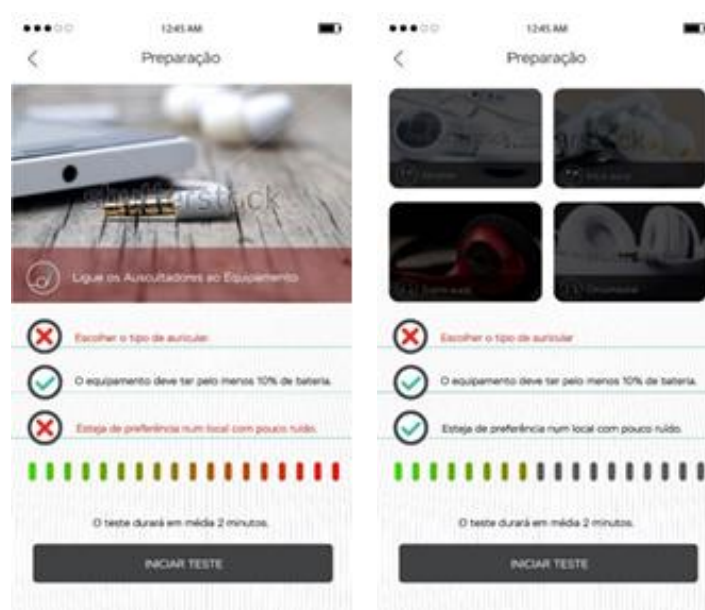


Figura 11 – Ecrãs de preparação ao teste auditivo

No ecrã do rastreio auditivo aparece um painel informativo, como é possível ver na Figura 12 do lado esquerdo, para explicar como proceder à realização do teste, que diz para pressionar o botão quando conseguir ouvir o sinal sonoro. Em todo o contorno do botão de teste (botão com o ouvido), está um círculo ilustrativo que indica a percentagem de completude do teste. A qualquer momento do teste o utilizador pode parar ou então cancelar o teste e assim voltar ao ecrã inicial da aplicação.

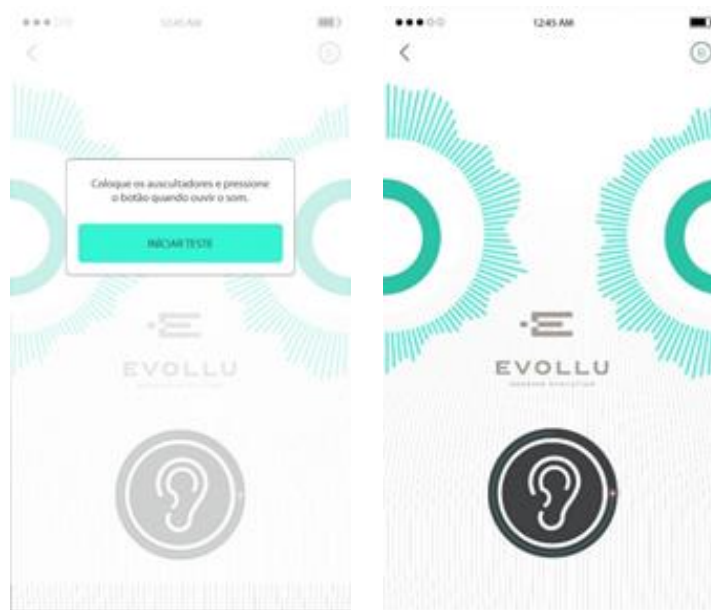


Figura 12 - Ecrã do teste auditivo

O teste demora cerca de dois minutos a ser realizado e durante esse teste é possível ouvir sete frequências diferentes, 250Hertz (Hz), 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz e 8000Hz, sendo estas consideradas das mais importantes e qualquer pessoa deve conseguir ouvir. Estas também são as que geralmente são utilizadas em testes auditivos [5].

O resultado do teste auditivo apenas é visível para os utilizadores autenticados. O resultado do teste auditivo aparece automaticamente depois do teste acabar, ou seja, sem nenhuma interação da parte do utilizador. Este resultado pode ser visualizado de duas formas, na forma textual (Figura 13 do lado direito) e gráfica (Figura 13 do lado esquerdo). Este gráfico tem duas linhas, a linha do ouvido esquerdo sinalizado com uma cruz e o ouvido direito sinalizado por uma bola. A bola e a cruz são conhecidas na área de audiologia e qualquer pessoa deste ramo irá compreender facilmente a sua representação. Cada barra representa a frequência que foi testada. Estas frequências são as principais para determinar se existe uma potencial falta de audição. A falta de audição é mostrada em dB HL, isto é, a potência sonora que é necessário para que uma pessoa ouça uma determinada frequência. Ou seja, quanto mais baixo melhor, mas existem limiares impostos por audiologistas. Na Tabela 2, retirada da biap [6], constata-se que existem vários escalões de perda de audição. A audição normal que vai até os 20dB, perda de audição ligeira dos 21 aos 40, perda de audição moderada dos 41 aos 70, perda de audição severa vai dos 71 aos 90 e a perda de audição profunda vai dos 91 aos 119 e perda de audição total quando está acima dos 120dB.

Estes limiares também são representados pelas barras de cor no fundo do ecrã. A escala assume quatro valores que vão do bom ao mau passando pelo média e pelo fraco.

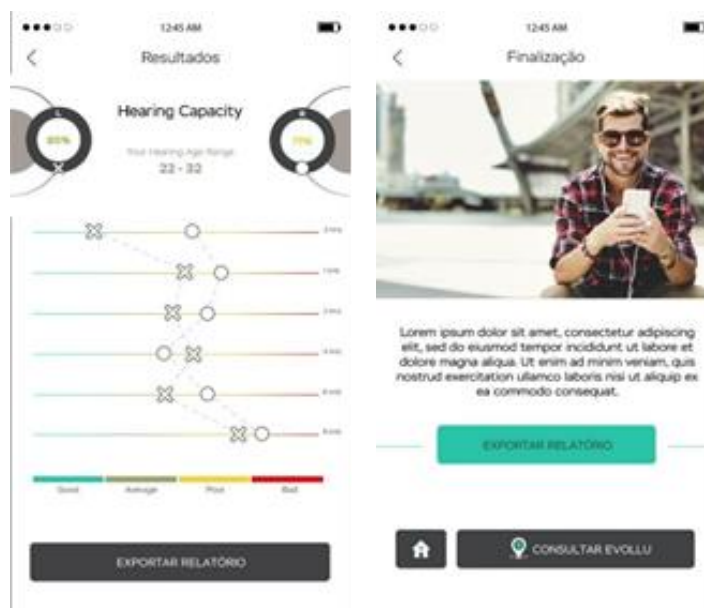


Figura 13 - Ecrãs de resultado do teste auditivo

Tipologia da audição	Limiar
Audição normal	$\leq 20\text{dB}$
Perda de audição ligeira	$>20\text{dB}$ e $\leq 40\text{dB}$
Perda de audição moderada	$>40\text{dB}$ e $\leq 70\text{dB}$
Perda de audição severa	$>70\text{dB}$ e ≤ 90
Perda de audição profunda	>90 e $\leq 119\text{dB}$
Perda de audição total	$\geq 120\text{dB}$

Tabela 2 - Classificação audiométrica da perda auditiva

Caso o utilizador não entenda o gráfico também pode ver o resultado textualmente e também pode exportar para poder imprimir e apresentar a um audiologista para que seja explicado o significado do resultado do teste auditivo.

Na Figura 13 a pessoa que realizou o teste aparenta sofrer de uma perda de audição e deverá ter em atenção e marcar uma consulta com um audiologista para encontrar a solução adequada.

Existe também uma lista de todas as farmácias onde o utilizador pode marcar uma consulta de audiologia. Esta lista pode ser filtrada por distrito e por concelho.

O perfil do utilizador apenas é visível para os utilizadores que estejam autenticados, neste perfil é visível informação básica sobre o utilizador como o nome, o email, a idade, o género e a idade auditiva. A idade auditiva é calculada através de um algoritmo que utiliza o resultado do último teste auditivo realizado e calcula que idade auditiva o utilizador aparenta ter com base nesse resultado. Ainda neste ecrã é possível navegar para outro ecrã onde são listados todos os testes auditivos realizados pelo utilizador, alguns dados sobre o utilizador, um botão para alterar o perfil, um botão para alterar a palavra passe e ainda é possível terminar a sessão atual.

Existe também um questionário com algumas perguntas sobre o dia-a-dia da pessoa para poder perceber melhor o estado de saúde auditiva do utilizador e assim poder diagnosticar melhor o estado de audição do utilizador. Este questionário pode ser acedido desde o menu lateral na página principal e também aparece no fim de cada teste auditivo. Sendo estas perguntas do género, se tem de pedir às pessoas para se repetirem, se não consegue seguir uma conversa por não perceber o que é dito e se tem de utilizar o volume da televisão bastante alto.

2.2.Soluções de rastreio auditivo

Nesta secção será descrito o sistema tradicional de rastreio auditivo e também algumas aplicações móveis e web, que permitem também realizar rastreios auditivos. De seguida será feita a comparação entre a aplicação *Evollu* no seu estado inicial com estas soluções. Estes sistemas de rastreio auditivo foram escolhidos porque são os primeiros que aparecem na *play store* no caso dos de aplicação móvel. No caso do de aplicação *web* foram escolhidos porque pertencem a empresas conhecidas no ramo da audiologia.

2.2.1. Sistema tradicional de rastreio auditivo

Existem vários tipos de testes auditivos feitos por especialistas em audiologia nomeadamente, *pure-tone test*, *speech test*, *middle ear test*, *Auditory brainstem response* e de *Otoacoustic emissions* [7].

Sendo que uma das formas de rastreio auditivo é *pure-tone test* (teste de tom puro). Tradicionalmente feito em ambiente hospitalar e praticada por um profissional de audiologia. O paciente é colocado numa sala de insonorização para que o barulho ambiente seja muito reduzido. O paciente tem de colocar uns auscultadores em que terá de colocar o auscultador vermelho no seu ouvido esquerdo e o azul no seu ouvido direito. Quando o

paciente ouvir um sinal sonoro emitido nos auscultadores terá de pressionar o botão. A Figura 14 representa uma situação em que se pode ver que o paciente está numa sala de insonorização, tem os auscultadores e tem um botão na sua mão.

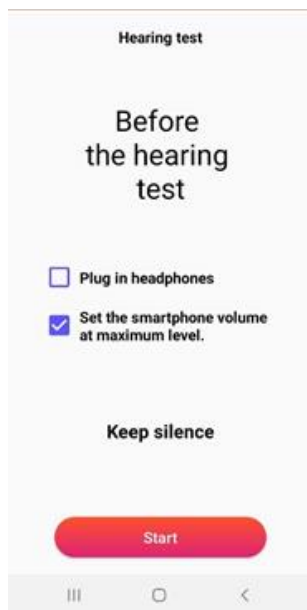


Figura 14 - Ilustração de um teste auditivo tradicional [8]

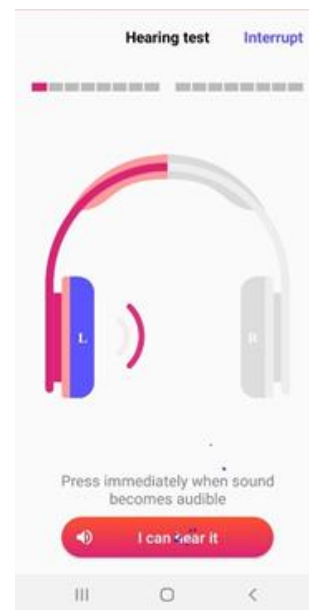
2.2.2. *Petrallex Hearing Test*

A aplicação móvel *petrallex hearing test* [9] tem como propósito realizar em breve minutos um teste auditivo que permite aos utilizadores saberem o estado atual da sua audição. A aplicação quando iniciada pela primeira vez propõe ao utilizador realizar um primeiro rastreio auditivo. Para realizar este rastreio a aplicação requer o uso de auscultadores, o volume no máximo e pede ao utilizador que esteja num sítio onde o ruído ambiente seja reduzido, como se pode ver na imagem A da Figura 15. Após ter os requisitos completos, o teste começa e dura cerca de dois minutos. O teste começa com as frequências mais baixas (agudos), e acaba com as frequências mais altas (graves), executando todas as frequências do ouvido direito primeiro e depois as do ouvido esquerdo. Durante este teste, o utilizador tem de pressionar o botão sempre que ouvir um sinal sonoro (imagem B da Figura 15). Quando o teste estiver concluído aparece um ecrã, como o da imagem C da Figura 15, com o resultado em dois gráficos, um para cada ouvido. Este gráfico não possui legendas mas pode-se concluir que na horizontal (eixo do x), são as várias frequências que foram emitidas (125Hz, 250Hz, 500Hz, 1kHz, 2kHz, 3kHz, 4kHz e 8kHz), e no eixo vertical (eixo dos y) os DB/HL, isto é, a potencia que foi necessária para que o utilizador conseguisse ouvir cada frequência. Também é possível comparar o gráfico com outros repartidos por faixa etária, neste caso foi comparado com o gráfico entre os 20 e os 29. Este gráfico mostra o resultado expectável para uma pessoa naquela faixa etária. Se o resultado do teste for abaixo do expectável o utilizador deve procurar saber o porquê através de uma consulta mais

apropriada. É possível também partilhar o teste por email. Se o utilizador quiser pode guardar o teste e mais tarde ter acesso a toda a informação descrita anteriormente. No menu do perfil é possível ver todos os testes efetuados anteriormente e eliminar os que desejar. No menu principal (*testing*), imagem D. da Figura 15 aparece o último teste auditivo efetuado. Tem também um menu de definições onde é possível avaliar a aplicação, contactar por email para pedir *feedback* em relação ao resultado de um teste e ver informação relativa à aplicação.



A.



B.



C.



D.

Figura 15 - Ecrãs da aplicação PetraleX

2.2.3. *Hearing Test pl*

A aplicação móvel teste auditivo desenvolvida por *Marcin Masalski* [10], começa por perguntar ao utilizador se está a usar auscultadores provenientes com o telefone os ditos originais, se está a usar outros e pretende calibrá-los (imagem A da Figura 16). Primeiramente foi realizado o teste com a definição de auscultadores provenientes com o telefone. Existem dois *radio buttons* no ecrã de teste, um para cada ouvido. Apenas um poderá estar ativo e corresponde ao ouvido que é testado. É possível responder com 3 opções: “não consigo ouvir”, “consigo ouvir” e “quase inaudível”, representado na imagem B da Figura 16. Se responder que não consegue ouvir, a potencia será aumentada, se responder que consegue ouvir a potencia será diminuída e se responder que é quase inaudível, passa para a próxima frequência. Uma vez terminado o teste de um dos ouvidos passa para o outro ouvido e assim se repete até testar todas as frequências. Durante o teste é possível ver o gráfico do resultado a ser construído, isto é que frequência está a ser atualmente testada e em que nível de dB/HL lhe corresponde.

Uma vez o teste acabado o mesmo gráfico aparece, mas com uma legenda como na quarta imagem da Figura 16, onde é visível que dos 0 aos 20 é audição normal, dos 20 aos 40 ligeira perda auditiva, dos 40 aos 60 perda auditiva moderada, dos 60 aos 80 perda auditiva grave e dos 80 aos 100 é considerado surdez. O resultado do teste é visualizado graficamente. Assinalado com bola vermelha o ouvido direito e com cruz azul o ouvido esquerdo. Esta legenda não é apresentada no gráfico, mas percebe-se pelo facto destas representações serem as que todos adotam no meio da audiologia.

É possível guardar o teste localmente para ser visualizado mais tarde e comparado com outros testes pois é possível guardar mais que um teste.

Durante o processo de calibração está um sinal sonoro constantemente a ser emitido e tem de se pressionar no botão enquanto estiver a ouvir, e largar quando já não ouvir (representado na imagem C da Figura 16). Esta calibração demora cerca 5 minutos e não se reflete no resultado do teste auditivo. Isto é um teste feito após a calibração e sem a calibração não muda o resultado do teste auditivo.

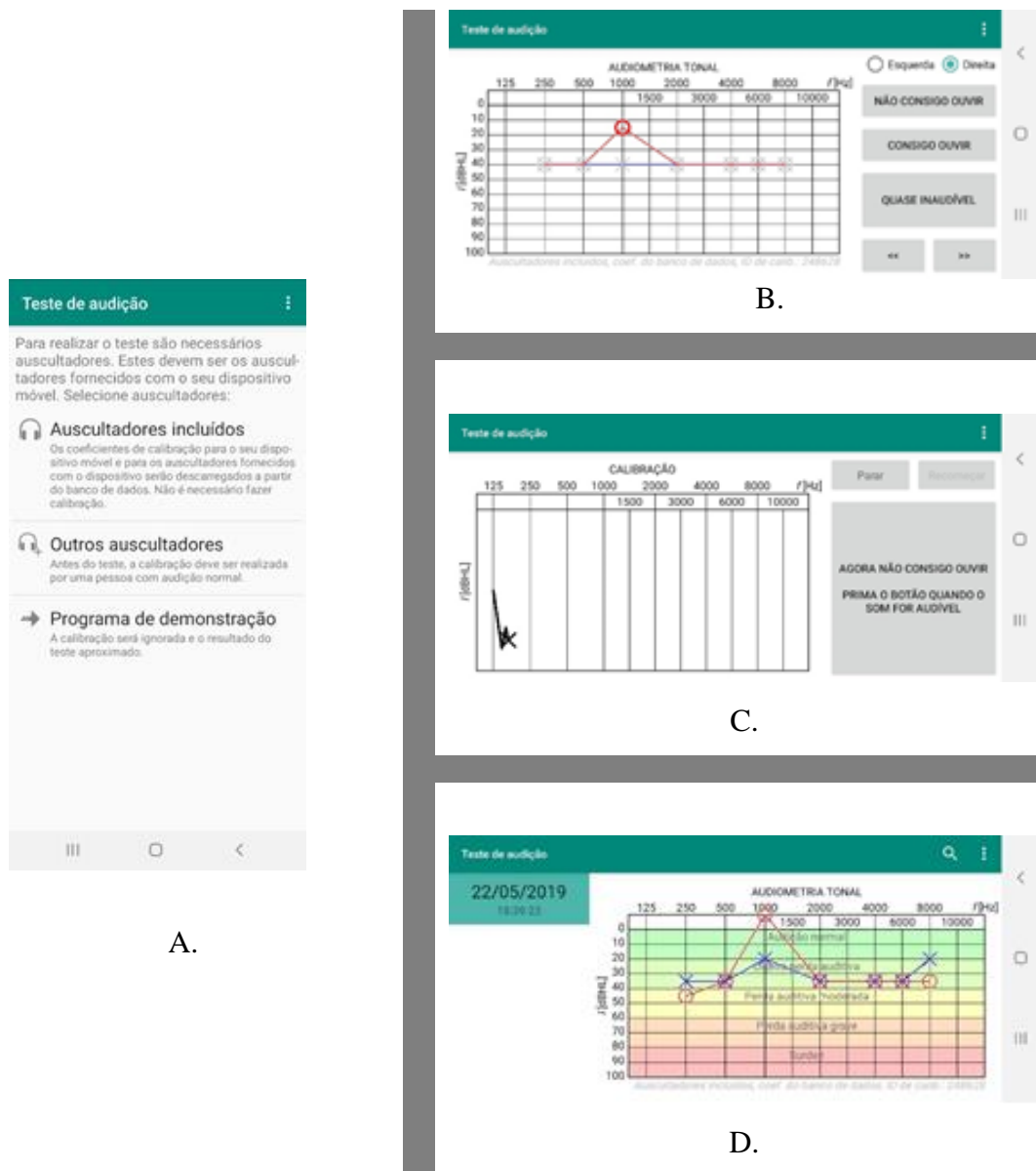


Figura 16 - Ecrãs da aplicação hearing test(pl)

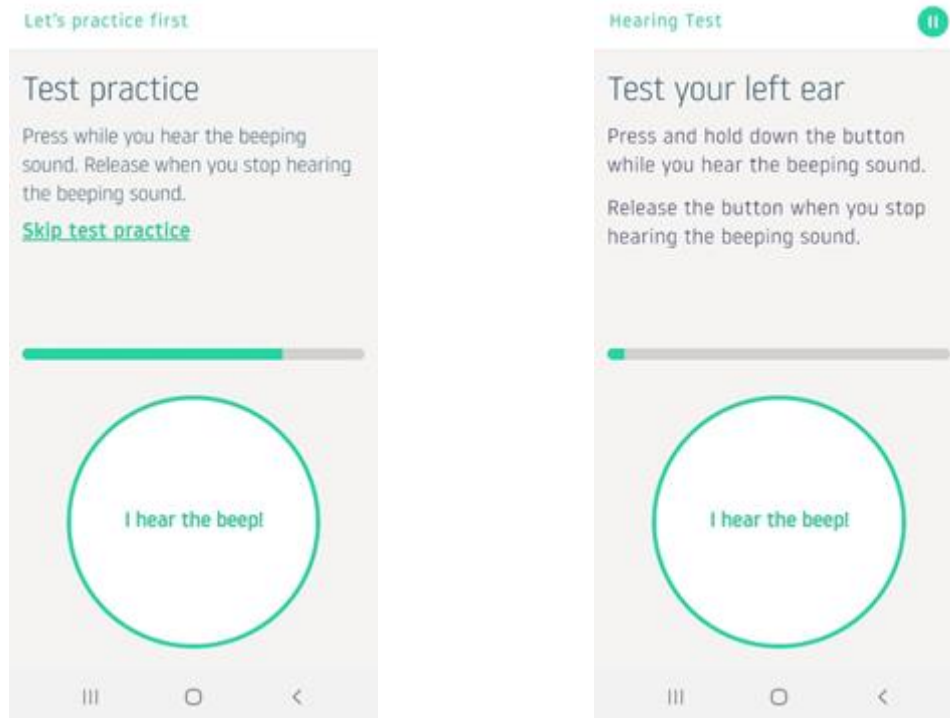
2.2.4. Mimi hearing test

A aplicação mimi hearing test [11] começa por sugerir algumas recomendações para realizar o teste auditivo. Estas recomendações passam por sugerir que faça o teste num local onde o ruído ambiente seja reduzido, que use auscultadores e para que coloque o nível do som do telefone de maneira a que consiga ouvir confortavelmente sem causar desconforto. Depois de confirmar o nível do volume, é possível avançar logo para o teste auditivo ou treinar o teste, isto é, um treino para dar a conhecer em que consiste o teste e para se poder familiarizar com o sinal sonoro que será transmitido.

Passando para o teste auditivo, que dura cerca de 3 minutos para cada ouvido, começando no esquerdo, o utilizador deve pressionar o botão quando ouvir o sinal sonoro informação que se pode ver na imagem assinalada com A da Figura 17. Depois de finalizar a parte dos sinais sonoros para os dois ouvidos, são feitas algumas perguntas sobre o dia-a-dia do utilizador. As perguntas são:

- Que idade tem?
- Qual o seu género?
- Quanto tempo por dia é que ouve música? < 1h >3h, >6h
- Com que regularidade costuma ir a concertos? 1 vez por semana, duas vezes por mês, 1 vez todos os 3 meses
- Usa algum tipo de aparelho auditivo? Nunca, às vezes, sempre
- Ouve música com auscultadores?
- Qual é o tipo de vida? Vive numa cidade grande, vivo num subúrbio, resido na cidade, mas trabalho num subúrbio, se vivo num subúrbio e trabalho na cidade.
- Sente dificuldades em ouvir conversas?

Quando todas as perguntas estiverem respondidas aparece o resultado do teste auditivo como na imagem C da Figura 17. No gráfico está destacada a frequência de 4000Hz e duas linhas, uma para cada ouvido assinalado com um L para o ouvido esquerdo e com um R para o ouvido direito. Este resultado de teste não é perceptível se é um bom resultado ou se é um mau resultado. Isto porque o gráfico não tem legenda e não indica qual seria a linha expectável de uma pessoa que não tenha problemas de audição.



A.

B.



C.

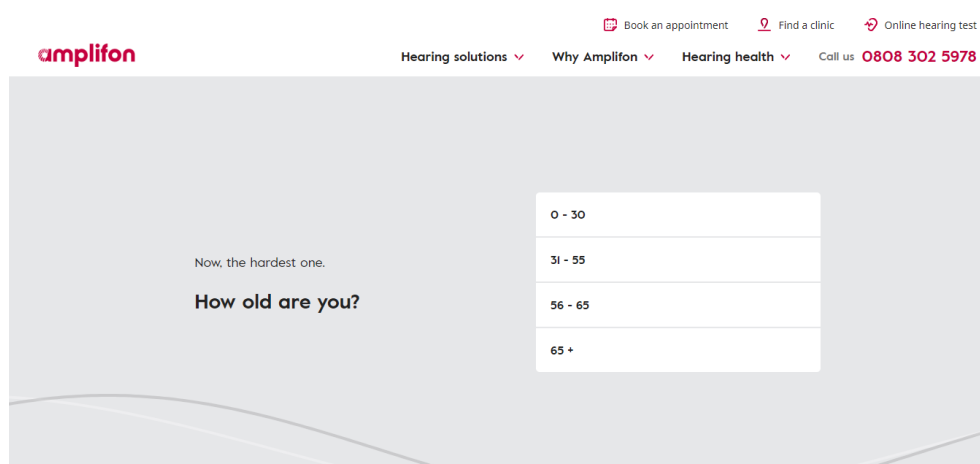
Figura 17 - Ecrãs da aplicação mimi hearing test

2.2.5. Teste auditivo *amplifon*

Este teste auditivo disponível no *website* da *amplifon* [12] inicia-se perguntando ao utilizador a sua idade e o seu gênero como se vê na Figura 18. Depois é reproduzido uma frase em que é pedido ao utilizador que coloque o nível do volume, ilustrado na Figura 19 para que consiga perceber o que é dito e recomenda o uso de auscultadores.

O teste consiste em ouvir uma conversa entre duas pessoas em situações do dia-a-dia. Por exemplo (i) num parque onde estão alguns amigos a decidir onde se sentar para o piquenique explicado na Figura 20, (ii) numa estação de metro com o metro a chegar, (iii) em casa com o aspirador ligado, (iv) num restaurante com bastantes pessoas a conversar e (v) num estádio durante um jogo de futebol. Estas situações são todas bastantes ruidosas e em cada nível é possível ouvir cada vez mais ruído e dificultando cada vez mais a percepção do que é dito em conversa. Em cada teste é necessário responder a uma pergunta sobre a conversa. Um exemplo de conversa e pergunta: Um grupo de amigos está num parque para fazer um piquenique e um dos elementos pergunta onde se vão sentar para comer em que outro elemento lhe responde. Na pergunta do teste é necessário indicar qual o sítio escolhido pelo grupo. As escolhas possíveis para esta resposta são: (i) perto da árvore, (ii) perto do lago, (iii) perto da cerca ou (iv) não entendi (Figura 21).

Depois de responder a todas as perguntas são pedidos os dados ao utilizador para poder visualizar os dados. O resultado é expresso sobre um total de 10 pontos. No teste à app foi obtido 5 pontos representado na Figura 22.



The screenshot shows the Amplifon website interface. At the top, there is a navigation bar with the Amplifon logo on the left and several links on the right: 'Book an appointment', 'Find a clinic', 'Online hearing test', 'Hearing solutions', 'Why Amplifon', 'Hearing health', and 'Call us 0808 302 5978'. The main content area has a light gray background with a white form. The form contains the text 'Now, the hardest one.' followed by the question 'How old are you?'. To the right of the question is a vertical list of four radio button options: '0 - 30', '31 - 55', '56 - 65', and '65+'.

Figura 18 - Teste *amplifon* escolha da idade

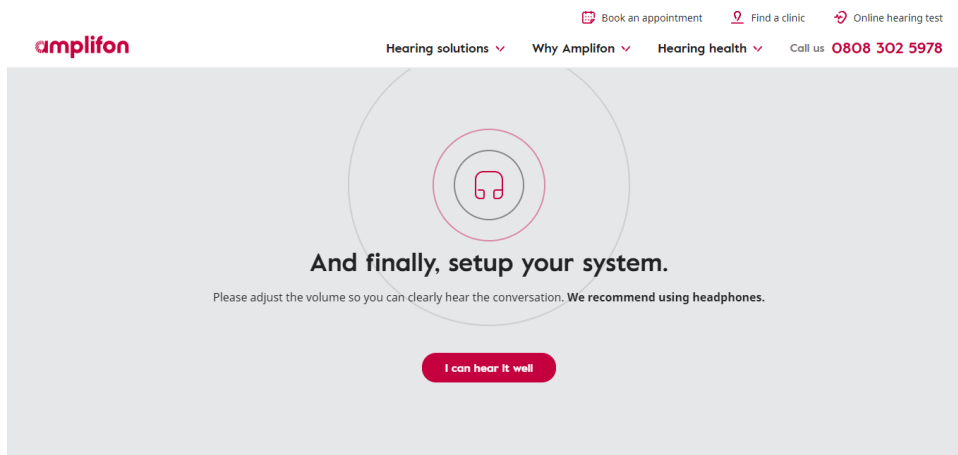


Figura 19 - Teste amplifon configuração

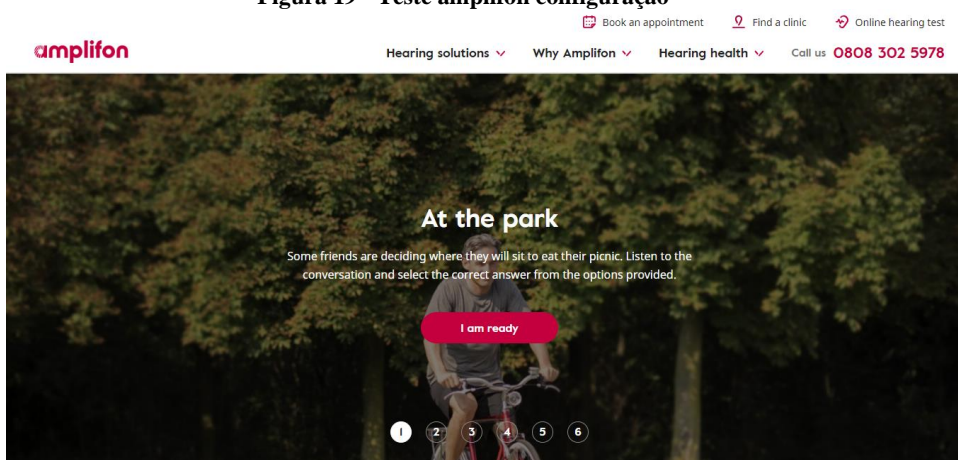


Figura 20 - Teste amplifon informação

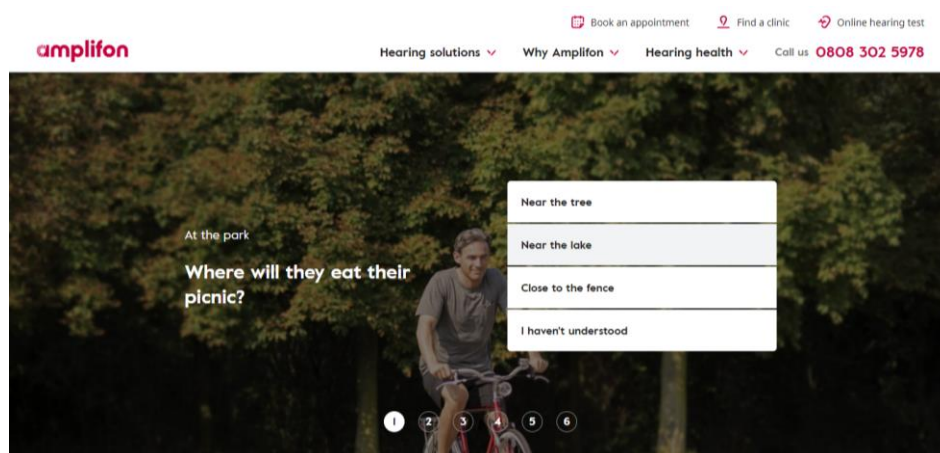


Figura 21 - Teste amplifon resposta



Thank you for completing the test.

Dear Bruno Fonseca, you reached a score of 5 out of 10.

You are showing signs of a moderate hearing loss. Please remember that getting your hearing checked is the first step in helping you hear the world around you.

Whether you're interested in finding out more about the signs of hearing loss and how to treat it, or if you simply want to find out more about Amplifon's products and services, our information pack can help you learn more.

[Click here to download the guide](#)

Figura 22 - Teste *amplifon* resultado

2.2.6. Teste auditivo *Widex*

Este teste auditivo online disponível no site da *Widex* [13] começa com alguma informação sobre o teste. Informação essa que passa por dizer que no total o teste dura cerca de 5 minutos, que consiste num questionário com diferentes cenários e que é recomendável que seja feito num ambiente silencioso e aconselha o utilizador a usar uns auscultadores. Ainda nesta página existe uma nota que diz que não é um exame de diagnóstico, o resultado não é 100% fiável e que em caso de suspeita de perda de audição deve contactar um audiologista.

O teste inicia-se com as seguintes cinco perguntas:

- Sente dificuldade em manter uma conversa em ambientes silenciosos?
- Sente dificuldade em perceber a fala na TV e rádio?
- Sente dificuldade em seguir as conversas nos jantares?
- Tem de pedir às pessoas habitualmente que se repitam?
- Sente dificuldade em ter uma conversa ao telefone?

Este conjunto de perguntas tem como possibilidade de resposta sim ou não. E as perguntas são situações onde uma pessoa pode verificar se sente alguma dificuldade em ouvir.

Acabando este primeiro passo começa outro em que é perguntado ao utilizador se está a usar auscultadores ou colunas. E é pedido ao utilizador que meta o volume num nível em que consegue ouvir o som reproduzido confortavelmente. Após isso são reproduzidos 3 algarismos em que o utilizador tem de dizer quais foram e na ordem em que os ouviu. São

reproduzidas 8 series de algarismos (4 para cada ouvido) no caso de escolher auscultadores e 4 vezes no caso de escolher colunas, na imagem A da Figura 23 pode se ver que existe um teclado e basta inserir os 3 algarismos que foram ouvidos e submeter para passar aos algarismos seguintes. Durante a reprodução dos algarismos é possível ouvir algum ruído de fundo para que seja mais difícil os algarismos e em cada sequência de números, esse ruído aumenta.

Antes de ver os resultados ainda há outro passo em que é testado a frequência de 4000Hz. Para cada ouvido é pedido ao utilizador que ajuste o volume de maneira a que consiga ouvir o som reproduzido de uma forma confortável num primeiro passo e, num segundo passo, para que ponha o som num nível em que consegue ouvir, mas muito baixo. Na imagem B e C da Figura 23 é possível ver que existe uma barra que o utilizador deve nivelar de forma a respeitar as condições acima descritas.

Na imagem D da Figura 23 são apresentados os resultados do teste auditivo de forma textual e é possível encontrar um centro auditivo *Widex*.

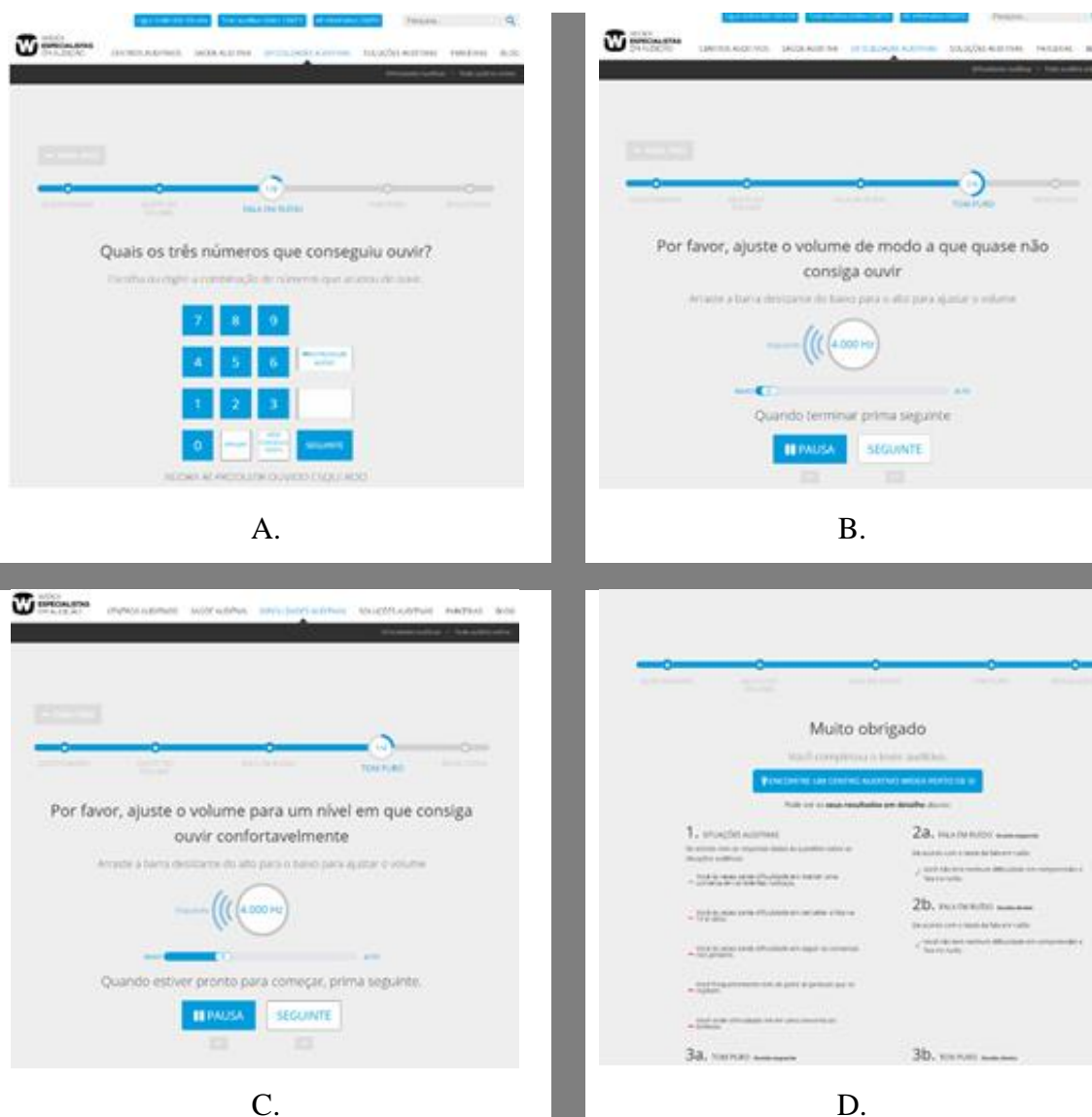


Figura 23 - Ecrãs do teste auditivo online da Widex

2.3. Estudo comparativo

Os sistemas apresentados anteriormente têm todos o mesmo propósito que é diagnosticar o estado de saúde auditiva do utilizador. Sendo que o único acompanhado por um audiolologista profissional é o sistema tradicional. Este sistema não pode ser abdicado pelo paciente se este achar que tem alguma falta de audição mesmo que as aplicações digam o contrário. Esta consulta tem um custo ao contrário das aplicações móveis apresentadas. Estas aplicações apenas servem para dar ideia ao utilizador sobre o seu estado de saúde porque estas podem cometer erro no diagnóstico por haver fatores que não podem ser controlados. Um dos fatores é a falta de conhecimento sobre o equipamento, o modelo e marca do *smartphone/tablet* e quais são os auscultadores que está a usar. Porque para todos os dispositivos e auscultadores a calibração é diferente. Outro fator que influencia é o ruído

ambiente porque os sinais sonoros começam com uma pot4ncia muito baixa e que deve ser audível quando algu4m est4 num estado de saúde auditivo perfeito.

Na Tabela 3 encontra-se resumida a comparação feita entre todos os sistemas de rastreio auditivo acima apresentados. Primeiramente a comparação 4 pelo custo, neste caso apenas a consulta 4 paga o resto dos métodos apresentados que s4o aplicações n4o tem qualquer custo. Nas aplicações 4 necess4rio estar com ligação à internet para efetuar o teste. Na maior parte dos sistemas existe a preocupação de verificar se o utilizador tem os auscultadores encaixados. Estes sistemas sugerem ao utilizador a colocação dos auscultadores caso a verificação falhe. Desta forma garante-se parcialmente alguma qualidade no resultado do teste auditivo. O ruído ambiente também 4 preocupação que a maioria das aplicações tem em conta. Outra das preocupações que as aplicações têm para diagnosticar de maneira mais assertiva, 4 a calibração. Porque em cada dispositivo e para cada auscultador existe uma calibração diferente, porque a potencia debitada por cada um 4 diferente e os resultados podem ser influenciados se existir uma má calibração. Algumas destas aplicações n4o permitem avançar para o teste sem ter alguns requisitos cumpridos, tais como a preocupação com o ruído ambiente, ou se tem auscultadores encaixados. Dos sistemas analisados apenas a aplicação *Evollar* tem um sistema de calibração automático, onde o utilizador apenas tem de selecionar que tipo de auscultadores est4 a usar e a aplicação faz a calibração consoante esse tipo. Contudo isto 4 insuficiente para garantir que a calibração seja perfeita. Isto porque existe uma larga escolha de auscultadores e todos estes auscultadores tem uma pot4ncia máxima diferente. Também n4o 4 viável haver uma configuração para todos estes equipamentos. As outras aplicações pedem ao utilizador para aumentar ou diminuir o som até que o sinal sonoro seja quase inaudível. Em todas as aplicações 4 apresentado um resultado, em alguns apenas textual e noutros 4 possível ver gr4ficos. Em algumas destas aplicações 4 possível realizar o registo do utilizador o que confere a capacidade de guardar o histórico dos testes auditivos.

A aplicação *Evollar* também se destaca no sentido em que 4 possível fazer uma marcação com um audiologista.

Aplicação / Funcionalidade	Evollu	Tradicional	Petralex	PL	Amplifon	Widex	Mimi
Grátis	X		X	X	X	X	X
Online	X		X	X	X	X	X
Necessários auscultadores	X	X	X				
Preocupação ruído ambiente	X	X	X				X
Calibração automática	X			X			
Calibração manual				X	X	X	
Resultado gráfico	X	X	X	X			X
Resultado textual	X			X	X	X	X
Resultado por especialista		X					
Marcar consulta	X				X	X	
Histórico de resultados	X		X	X			X
Registo	X						X

Tabela 3 - Tabela comparativo dos métodos de rastreio auditivo

3. Metodologia de desenvolvimento

Neste capítulo é descrita a metodologia de desenvolvimento de software utilizada durante o processo de desenvolvimento aplicativo. É apresentada a metodologia *scrum* com base na documentação que se encontra nas referências [14] [15]. Por fim será explicado como se aplica a metodologia na empresa *Sensing Evolution*

Para os projetos de software existem metodologias para que estes sejam desenvolvidos da melhor maneira, para assegurar qualidade e cumprir com as funcionalidades pedidas por parte do cliente. Existe um grande número de metodologias ágeis, sendo uma das mais conhecidas a metodologia *scrum*, como sugere a Figura 24, que se define como sendo uma *framework* na qual permite resolver problemas com um certo nível de complexidade. No gráfico é notório que existe algumas metodologias ágeis que são utilizadas, nomeadamente *kanban*, *ScrumBan* e *hybrid* mas a que tem principal destaque e mais utilizada é a metodologia *Scrum*. [17]

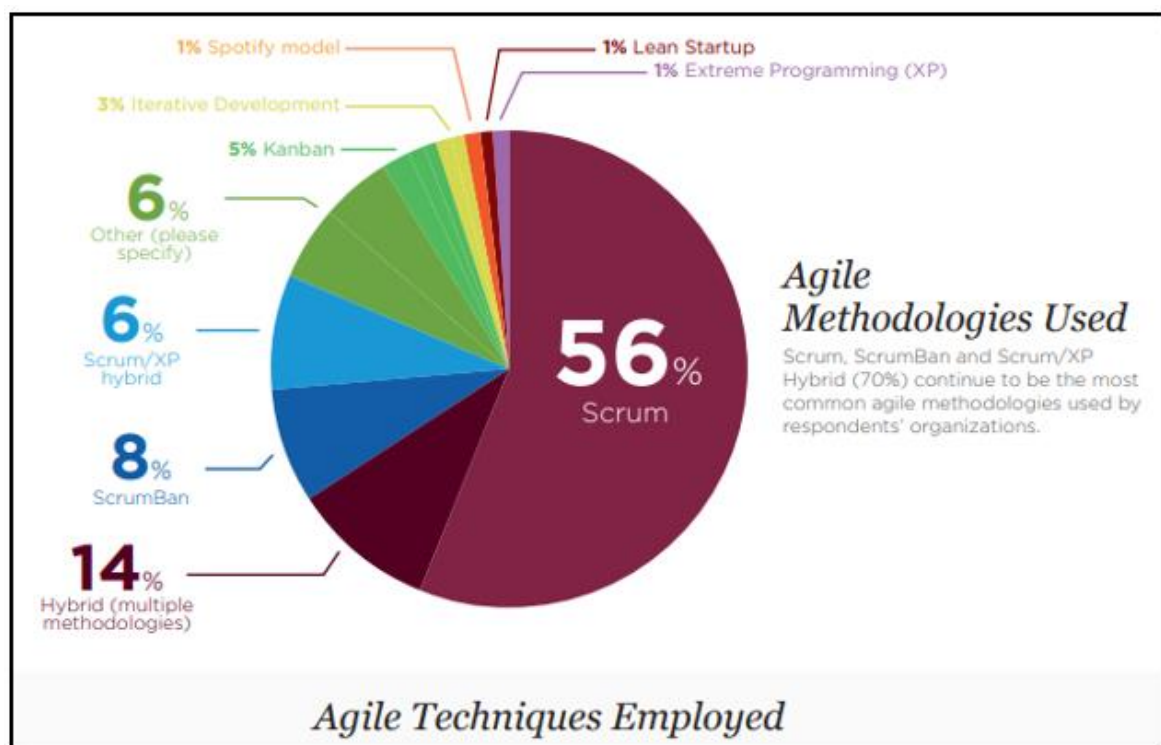


Figura 24 - Percentagem de metodologias utilizadas (2018) [16]

3.1. Scrum

A Figura 25 representa a *framework scrum* com os seus vários momentos e intervenientes. De seguida são apresentadas definições de alguns elementos importantes na *framework* para compreender o funcionamento da mesma.

- *Product backlog*: é uma lista ordenada com todas as funcionalidades que o produto deve conter;
- *Sprint planning*: é o momento em que é definido o que será feito durante a *sprint*;
- *Sprint backlog*: é o conjunto de itens do *backlog* selecionados para a *sprint*;
- *Sprint*: um espaço de tempo de um mês ou menos, durante o qual um incremento do produto é realizado;
- *Daily scrum*: é um momento realizado todos os dias com duração de 15 minutos em que cada membro da *scrum team* diz o que fez no dia;
- *Increment*: é o resultado da *sprint*, tudo o que foi desenvolvida na *sprint* por parte de toda a equipa;
- *Sprint review*: é realizado no fim de cada *sprint* para assegurar que tudo o que foi pedido foi feito como era esperado e para adaptar o *product backlog* se necessário;
- *Sprint retrospective*: é a oportunidade que equipa tem para pensar em si e criar um plano para melhorar as condições para a próxima *sprint*;
- *Scrum team*: é uma equipa constituída por um *product owner*, (responsável por aumentar o valor do produto) por uma *development team* (equipa responsável pelo desenvolvimento do produto) e por um *scrum master* (muitas vezes visto como o líder é responsável por assegurar o cumprimento do *scrum* por parte de todos os intervenientes).
- *Story point*: Unidade de medida definida pela equipa que serve para medir o custo de cada tarefa.

Esta metodologia inicia-se com uma reunião para definir qual será o objetivo principal do projeto e assim poder completar o *product backlog* da melhor maneira. A cada uma das funcionalidades/tarefas inseridas no *backlog* é dado um *story point*. Para determinar este custo toda a equipa intervém para dar uma estimativa e depois têm de chegar a um consenso. Estas tarefas são escritas numa ferramenta de gestão de projetos. Quando se inicia uma *sprint* é necessário validar, com a *sprint review*, se todas as tarefas desenvolvidas na *sprint* anterior, satisfazem as condições e necessidade do *product owner*. Validada esta *sprint* dá lugar a um

increment, que não é mais do que uma nova versão do produto. Depois é necessário definir o trabalho da próxima *sprint*, isto é, definir o *sprint backlog* através do *sprint planning*.

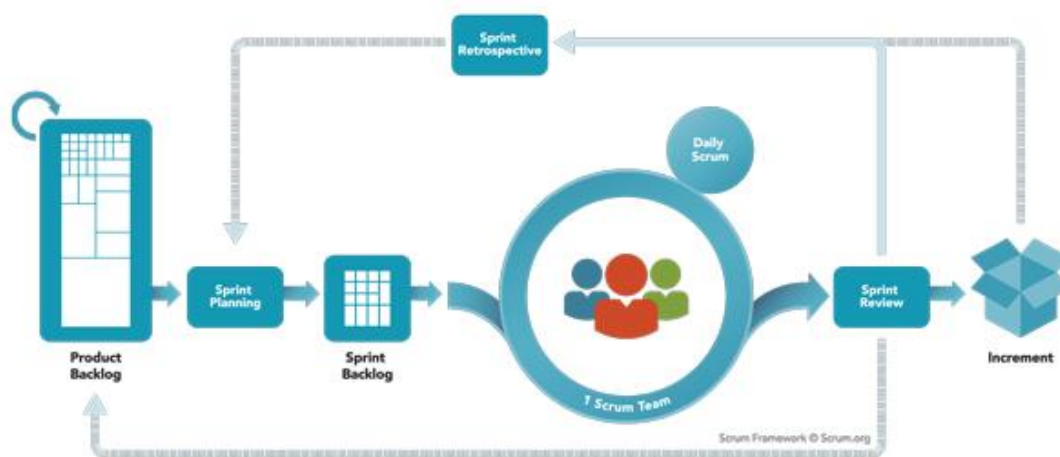


Figura 25 - Representação do scrum [17]

3.2. Metodologia de desenvolvimento na *Sensing Evolution*

A metodologia de desenvolvimento de software adotada pela equipa de desenvolvimento da *Sensing Evolution* é baseada em *Scrum*. A *scrum team* é constituída pela *development team* - equipa de desenvolvimento - onde estão incorporados 5 programadores, em que apenas 3 estão inseridos neste projeto da aplicação *Evollar*. Ainda na *scrum team* existe um *scrum master* e ainda um *product owner* que para este projeto da aplicação móvel é o CEO da empresa. O primeiro passo para desenvolver esta aplicação e segundo a metodologia é construir o *product backlog*. Este *backlog* foi construído pela equipa de desenvolvimento seguindo as especificações e requerimentos pedidos pelo *product owner*. As *sprints* têm duração de uma semana e são delineadas pelo *scrum master*. Não é utilizado *story points*, mas sim horas, ou seja, cada tarefa tem uma estimativa e um custo em horas. Cada *sprint* deve ter à volta de 35 horas e para isso cada membro da equipa de desenvolvimento tem de ter um certo número de tarefas cujo total em horas seja de 35. As *sprints* começam à segunda-feira, e para dar início é feito uma *sprint review* para saber como correu a semana de trabalho anterior a cada um e se o que foi planeado foi realmente efetuado. Concluída a *sprint review*, é feita o planeamento da semana seguinte (*sprint planning*). Para cada membro é dado um conjunto de tarefas até este ter um total de 35 horas estimadas previamente. Como ferramenta de gestão de projeto é utilizado o *Asana* [18]. Cada

membro da equipa tem uma conta onde pode ver facilmente quais são as tarefas da semana. Como sistema de controlo de versões a empresa optou por escolher o *GitLab* [19].

Na Figura 26 é possível ver um conjunto de tarefas atribuídas em vários projetos nomeadamente no projeto *mobile, web e agenda*. Na Figura 27, são tarefas dentro do projeto de *mobile*. Para cada uma das tarefas é atribuído uma estimativa em horas (coluna do lado esquerdo) e quando a tarefa é dada como concluído é atribuído o que efetivamente custou aquela tarefa em horas (coluna do lado direito). De notar que muitas das horas estimadas não correspondem às que efetivamente foram necessárias para completar a tarefa. Por exemplo, duas tarefas correspondente à loja (*Shop* para *dev* e implementar mecanismo de compra na loja) são tarefas que foram estimadas em 14 e 10, mas demoraram 21 e 24 respetivamente. Estas tarefas foram mal estimadas por não se ter medido corretamente o esforço de trabalho. Para estas tarefas foi necessário perder algum tempo em consultar a documentação da *aimeos* [20] e do *paypal* [21] para adicionar uma conta de teste para simular compras com um cartão fictício. Com estas contas criadas depois foram feitos os pedidos à API para completar este processo através da aplicação.

Na Figura 28 e na Figura 29 estão representados os gráficos de contribuição no projeto Evollar, *Android* e *iOS* respetivamente. O projeto em *android* iniciou se em setembro e prolongou se até julho, enquanto o projeto de *iOS* apenas se iniciou mais tarde em outubro e acabou em julho. No total foram 477 *commits* (275 para a aplicação *Android* e 202 para a aplicação *iOS*), e por dia foram à volta de 3 *commits* em ambos os projetos. Cada *commit* é feito em inglês e tem uma breve descrição das alterações que foram feitas relativamente à última versão.

✓ lib android com perfil	Mobile Ap...	5 jul
✓ App Android com lib	Mobile Ap...	5 jul
✓ App iOS com cocoaPods	Mobile Ap...	5 jul
✓ java library	Mobile Ap...	
✓ Atualizar ecrãs das apps	Web	28 jun
✓ Escolha de País na morada	Mobile Ap...	7 jun
✓ Nova implementação de datas nos rastreios e marcações	Mobile Ap...	
✓ Publicar loja de teste	Web	28 jun
✓ Testar apps com bluetooth	Mobile Ap...	28 jun
✓ Unit test android user	Mobile Ap...	
✓ list items from basket and layout - 6 < Implementar mecanismo de compra na loja		
✓ como comprar na loja web (shop-dev) -2 < Implementar mecanismo de compra na loja		
✓ Shop para dev	Mobile Ap...	
✓ Validação e email abre app	Mobile Ap...	28 jun
✓ Testar dev	Agenda	24 maio
✓ unit test iOS Availabilities	Mobile Ap...	
✓ Implementar mecanismo de compra na loja	Mobile Ap...	

Figura 26 - Ferramenta de gestão do projeto (todos os projetos)

✓ App iOS com cocoaPods	5 jul	6	9
✓ App Android com lib	5 jul	6	8
✓ lib android com perfil	5 jul	7	11
✓ java library	8	8	
✓ Recover password iOS	2	4	
✓ Unit test android user	4	5	
✓ Testar apps com bluetooth	28 jun	3	5
✓ Shop para dev	14	21	
✓ Nova implementação de datas nos rastreios e marcações	3	6	
✓ Escolha de País na morada	7 jun	4	5
✓ Implementar mecanismo de compra na loja	10	24	
✓ unit test iOS Availabilities	2	2	
✓ Revisão app Android	23 maio	10	12
✓ Validação e email abre app	28 jun	6	6
✓ Revisão iOS 2 parte	24 maio	7	10
✓ Revisão iOS 1parte	10	12	
✓ Unit Tests iOS (User, Facility, HearingTest)	5	6	
✓ create appointment using form	4	6	
✓ Design da lista da rastreios	3	3	
✓ lista atividades iOS "acabar"	3	3	
✓ Testflight e Android dev	10 maio	3	3
✓ nova atividade lista de rastreios auditivos	10 maio	5	7

Figura 27 - Ferramenta de gestão do projeto (projeto Evollu)

bruno

275 commits

bruno.fonseca@evollu.com

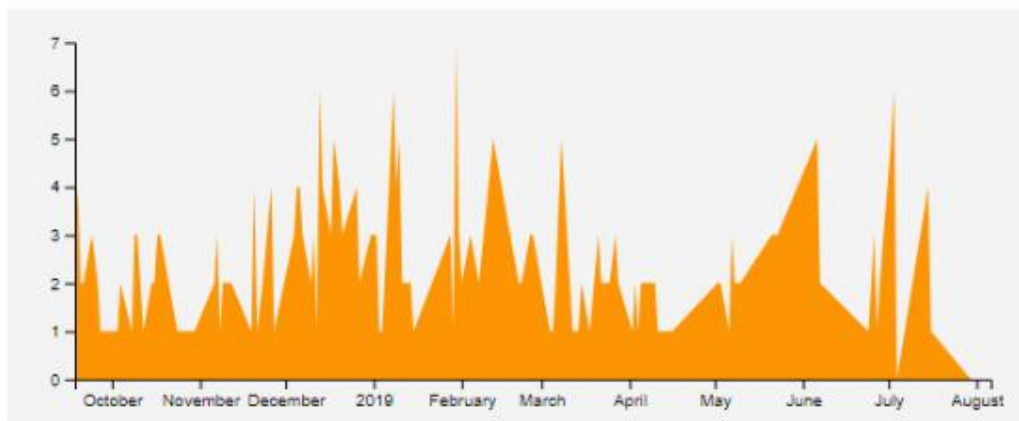


Figura 28 - Gráfico de contribuição durante o projeto (Android)

bruno

202 commits

bruno.fonseca@evollu.com

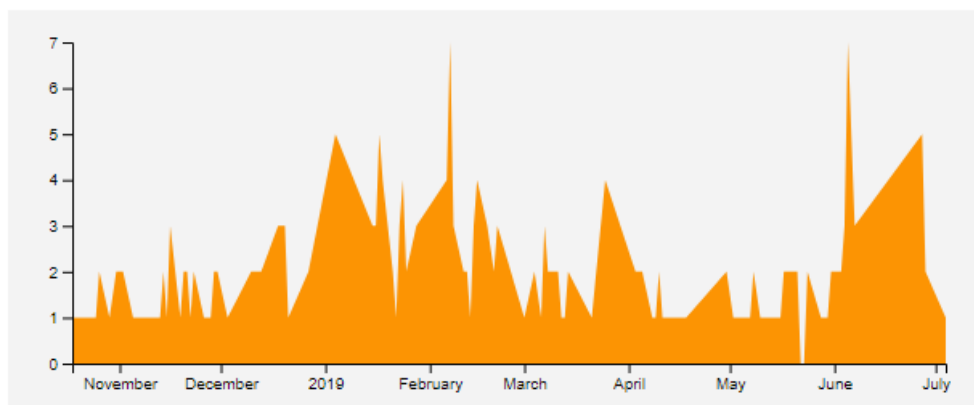


Figura 29 - Gráfico de contribuição durante o projeto (iOS)

4. Processo de Conceção da aplicação

Neste capítulo é explicado o processo de conceção da aplicação, algumas decisões tomadas durante o processo. São listados os requisitos funcionais da aplicação. Também é feita a comparação entre a aplicação inicial e a aplicação no seu estado atual.

A aplicação inicial tinha alguns problemas que serão explicados mais abaixo e como solução foi proposto desenvolver duas aplicações separadas, uma para *Android* utilizando apenas *frameworks* e bibliotecas de *Android*, e outra aplicação para *iOS* apenas usando *frameworks* específicas de *iOS*. Neste cenário pretende-se melhorar a fiabilidade do teste auditivo utilizando bibliotecas específicas de cada sistema operativo.

4.1. Levantamento de requisitos

Depois do estudo feito à aplicação *Evollu* inicial, foi necessário fazer um levantamento das funcionalidades que a aplicação já possuía e quais eram as novas funcionalidades que eram necessárias implementar. Na Tabela 4 estão listados todos os requisitos funcionais que foram pedidos desenvolver para a aplicação *Evollu* reformulada, sendo que algumas destas funcionalidades não se encontram em ambiente de produção, mas encontram-se em ambiente de desenvolvimento. Estas funcionalidades foram categorizadas por níveis de prioridade, alta, média e baixa. Existem dois tipos de utilizador, (i) utilizador autenticado (ii) e o utilizador não autenticado. Algumas das funcionalidades descritas abaixo apenas são visíveis para utilizadores autenticados, outras apenas por não autenticados e outras pelos dois tipos de utilizador.

#	Descrição do requisito funcional	Prioridade
RF001	Qualquer utilizador deve poder realizar o teste auditivo.	Alta
RF002	Qualquer utilizador deve poder ver o resultado do teste graficamente.	Alta
RF003	Qualquer utilizador deve poder ver o resultado do teste auditivo textualmente.	Alta
RF004	O Teste auditivo deve ser guardado automaticamente quando o teste estiver terminado.	Alta
RF005	Um utilizador deve poder registar-se.	Alta

RF006	Um utilizador deve poder autenticar-se.	Alta
RF007	Um utilizador autenticado deve poder listar os seus rastreios auditivos.	Alta
RF008	Um utilizador autenticado deve poder ver as disponibilidades horários para agendar uma consulta.	Alta
RF009	Um utilizador autenticado deve poder agendar uma consulta.	Alta
RF010	Um utilizador autenticado deve poder ver o resultado do teste em pdf.	Média
RF011	Qualquer tipo de utilizador deve poder listar os centros auditivos.	Média
RF012	Qualquer utilizador deve poder ver informações sobre os centros auditivos (Morada, número de telefone, localização, nome).	Média
RF013	Um utilizador, que se autêntica pode associar um teste, que fez anteriormente à sua conta enquanto não se encontrava autenticado.	Média
RF014	Um utilizador autenticado deve poder listar todos os seus testes feitos anteriormente.	Média
RF015	Um utilizador autenticado deve poder alterar toda a informação do seu perfil menos o seu email.	Média
RF016	Um utilizador autenticado deve poder listar as suas próximas consultas.	Média
RF017	Qualquer utilizador deve poder ver os termos e condições da aplicação.	Média
RF018	Qualquer utilizador deve poder ver a política de privacidade da aplicação.	Média
RF019	Um utilizador autenticado pode solicitar um pedido de contacto por parte de um responsável da <i>Sensing Evolution</i> .	Média
RF020	Qualquer utilizador pode pesquisar um centro auditivo por nome, número de telefone.	Baixa
RF021	Qualquer utilizador deve poder filtrar os centros auditivos por cidade.	Baixa
RF022	Um utilizador autenticado deve poder alterar a sua palavra passe.	Baixa
RF023	Um utilizador registado deve poder recuperar a sua palavra-passe.	Baixa
RF024	Um utilizador autenticado pode apagar os seus testes auditivos que constam na lista.	Baixa

RF025	Um utilizador autenticado pode desmarcar os seus rastreios auditivos futuros.	Baixa
RF026	Qualquer utilizador deve poder ver informação sobre o teste auditivo.	Baixa
RF027	Qualquer utilizador pode ver os produtos disponíveis na loja.	Baixa
RF028	Qualquer utilizador pode ver mais informações sobre um produto da loja.	Baixa
RF029	Um utilizador autenticado pode comprar um produto que se encontra na loja.	Baixa

Tabela 4 - Requisitos funcionais

4.2.Arquitetura de suporte

A estratégia utilizada na arquitetura da aplicação *Evollu*, é uma arquitetura em micro serviços. James Lewis e Martin Fowler [22] definem que uma arquitetura em micro serviços é o desenvolvimento de uma aplicação num conjunto de pequenos serviços, cada um executa os processos que lhe compete com mecanismos leves geralmente utilizando uma API para comunicar entre si [22]. As características que costumam ter uma arquitetura em micro serviços são: (i) organização do sistema em torno da capacidade de negócio, (ii) *deployment* automático, (iii) inteligência nos *endpoints* e (iv) descentralização na linguagem e nos dados. Estas características permitem que a aplicação seja flexível, modular e fácil de evoluir [23].

A

Figura 30 representa a arquitetura presente na *Evollu*, em que se vê que existem 3 serviços: (i) serviço de autenticação, responsável por toda a parte de autenticação e registo do utilizador e os seus dados pessoais, (ii) o serviço clinico, responsável por todos os dados clínicos da aplicação nomeadamente os testes auditivos e (iii) o serviço de agenda, responsável pela parte da rastreios auditivos. Cada um destes 3 serviços tem a sua base de dados própria e cada um tem uma API que permite comunicar com a aplicação e entre os seus serviços.

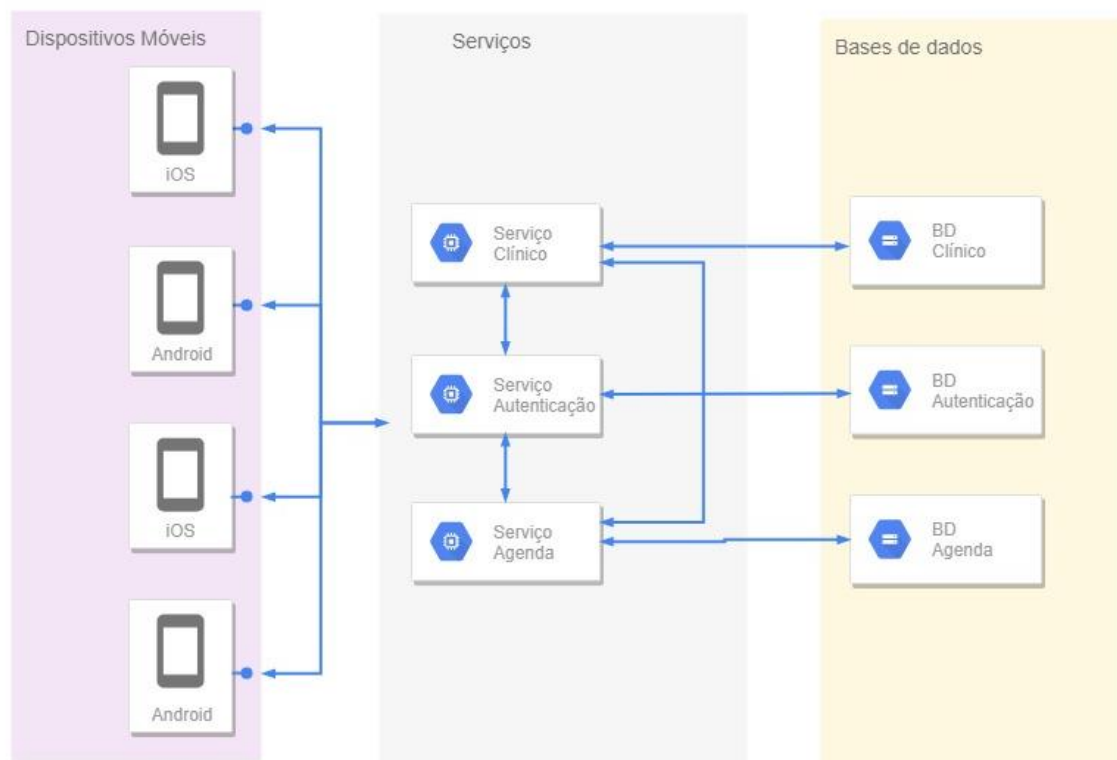


Figura 30 - Arquitetura da aplicação

4.3. Diagrama de classes

O diagrama de classes serve para entender o modelo que a aplicação tem [ref]. Na Figura 31 é possível o diagrama de classes que é utilizado em ambas as aplicações. Existem algumas classes que pertencem ao modelo das duas aplicações (*Android* e *iOS*) nomeadamente: *user* (utilizador), *availability* (disponibilidade), *appointment* (marcação), *aender* (género), *HearingTest* (teste auditivo), *Address* (morada) e *Facility* (instalação). Estas classes têm atributo e métodos como demonstra a figura e existe relações entre as classes. O utilizador pode ter um género, pode ter uma lista de testes auditivos, pode ter uma lista de moradas e uma lista de marcações. Uma disponibilidade pode ter ou não uma instalação, que por sua vez a instalação pode ou não ter uma morada. Uma marcação pode ter ou não uma instalação.

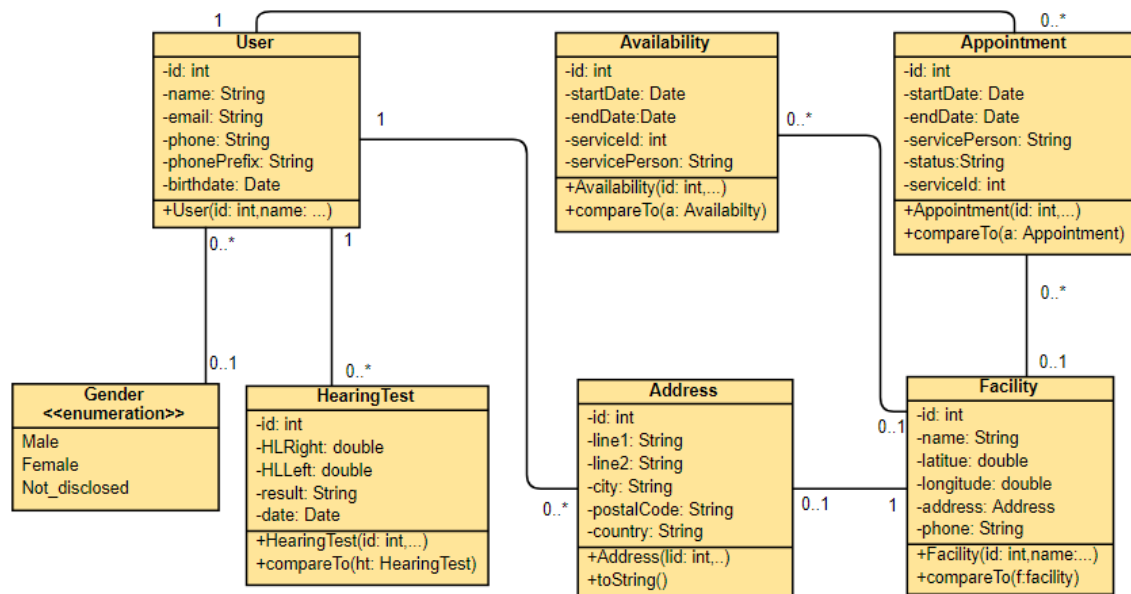


Figura 31 - Diagrama de classes

4.4. Mockups

Mockup é protótipo visual de um ecrã de um produto que pode ser uma aplicação móvel, web ou outra coisa. Os *mockups* são uteis para saber se os ecrãs vão ao encontro do que o cliente necessita [24]. Também é muito mais fácil desenhar numa ferramenta própria de desenho do que desenvolver a vista numa ferramenta de programação, *xcode* ou *android studio*.

O desenvolvimento desta aplicação como já foi referido anteriormente, foi alvo de uma reformulação tanto a nível de funcionalidades como a nível de *design*. Para auxiliar nesta reformulação, uma *designer* desenhou alguns ecrãs que precisavam de alguns ajustes. Estes *mockups* encontram-se no Anexo A. Com todos estes também foram disponibilizados todos os ficheiros de imagem para ser possível elaborar os ecrãs.

4.5. Ferramentas de desenvolvimento

Este capítulo serve para listar e justificar a escolha das tecnologias utilizadas no desenvolvimento da solução proposta. Para cada uma das tecnologias descritas será dito qual a versão utilizada e qual linguagem de programação.

Como a solução proposta para o desenvolvimento da aplicação passa por um desenvolvimento nativo, o *Android studio* é a ferramenta de desenvolvimento para *Android* e *Xcode* é a tecnologia para os dispositivos *iOS*.

4.5.1. *Android studio*

O *Android Studio* [25] é o IDE (*Integrated Development Environment*) oficial para o desenvolvimento de aplicações para *Android*, baseado no *IntelliJ*. A última versão em que a aplicação *Android* compilava sem problemas era 3.4.2

A linguagem escolhida para o desenvolvimento foi *Java* e não o *Kotlin*, por ser considerado uma linguagem ainda muito recente e ainda não existir muita documentação sobre algumas bibliotecas específicas que são utilizadas para o teste auditivo, nomeadamente *AudioManager* e *AudioTrack*.

A versão mínima de *Android* que foi escolhida para o desenvolvimento da aplicação foi API nível 23 (versão *marshmallow*) [26], porque com esta versão é possível abranger cerca de 75% dos utilizadores que tenham um *smartphone* *Android* [27].

4.5.2. *Xcode*

O *Xcode* [28] é o IDE (*Integrated Development Environment*) oficial para o desenvolvimento de aplicações para dispositivos *iOS*. A última versão em que a aplicação *iOS* compilava sem quaisquer problemas era a 11 do *Xcode*.

A linguagem de programação escolhida foi *swift*, na versão 5. Sendo a linguagem de programação mais apropriada no momento de desenvolvimento de aplicação móvel.

A versão mínima de *iOS* escolhida para o desenvolvimento desta aplicação foi a versão 11, por abranger cerca de 97% dos utilizadores de *smartphones* equipados com o sistema *iOS* [29].

4.6. Conceção da aplicação

Como já foi referido anteriormente o objetivo deste estágio era reformular uma aplicação móvel que já se encontrava no mercado. Isto levou a que o primeiro passo fosse analisar a aplicação, perceber o seu funcionamento e quais as suas funcionalidades. Toda esta informação encontra-se no ponto 2.1. Após análise da aplicação foi necessário importar o código que tinha sido desenvolvido por uma empresa externa. Esta aplicação foi

desenvolvida em *Xamarin, framework cross-platform*, que permite o *deployment* para várias plataformas. Facilmente foi possível importar o código e compilar para poder ser experimentado.

4.6.1. Problemas da aplicação inicial

Com a aplicação instalada no dispositivo e com o código disponível foi possível testar a aplicação e compreender o que estava a ser feito. Um dos problemas que foi encontrado foi a nível do teste auditivo, o sinal sonoro emitido começava bastante alto e dependia dos auscultadores que se utilizavam. Este nível sonoro depende da calibração feita usando o tipo de dispositivo, o tipo de auscultador. As alterações feitas ao código com recurso a algumas bibliotecas para ajustar o nível sonoro não produziram o resultado esperado, porque os sinais sonoros eram audíveis em potências muito baixas, então uma das soluções encontradas e a mais adequada para poder facultar um resultado mais fidedigno e assertivo foi desenvolver estas aplicações nativamente. Ou seja, desenvolver duas aplicações, uma apenas para a plataforma Android e outra aplicação apenas para a plataforma iOS. Segundo as referências [27] e [28] dependendo da necessidade da aplicação pode ser ou não aconselhado a usar um desenvolvimento nativo. Neste caso como a necessidade é oferecer um resultado mais fiável foi tomada a decisão de refazer a aplicação nativamente em *Android* e em *iOS*.

4.6.2. Padrão de desenvolvimento

O padrão de desenvolvimento desenvolvido na aplicação iOS foi o MVC (Model View Controller), em que o *model* diz respeito aos objetos que contém os dados, como por exemplo a classe *Person*. *View* diz respeito a toda à visualização dos dados e do conteúdo da aplicação. *Controller* é a comunicação entre o *model* e a *view*, é o que faz atualizar a vista e diz o que é necessário fazer.

O padrão de desenvolvimento desenvolvido na aplicação *Android* foi o MVC, em que o *model* diz respeito aos objetos que são necessários armazenar para o funcionamento da aplicação. *View* diz respeito às vistas onde é feita toda a interação com o utilizador e onde aparecem os dados. *Controller* faz a interação entre o *model* e a *view*, em android são as *activity*.

Na imagem Figura 32 está representado o padrão de desenho MVC, em que se nota que as ações do utilizador acontecem na vista e se refletem no controlador e o controlador diz ao modelo que tem de ser alterado e notifica a vista quando estiver o processo acabado.

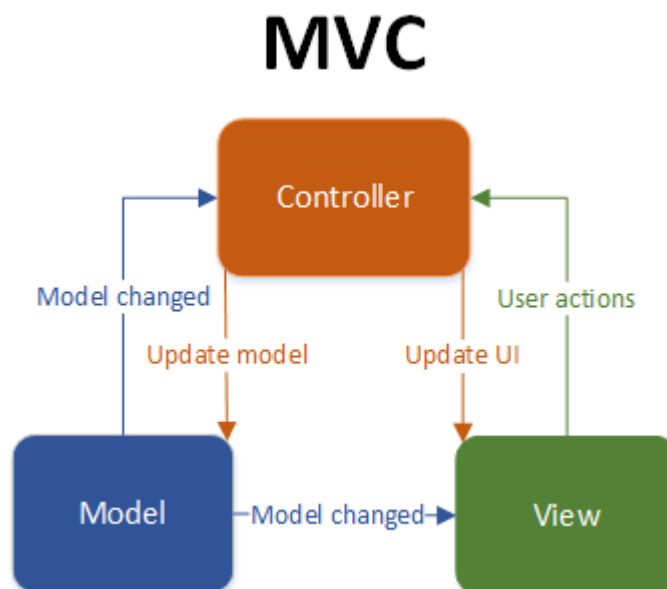


Figura 32 - Padrão de desenho MVC [34]

4.6.3. Decisões tomadas

Foram então criados 2 repositórios de tipo *git*, um para aplicação *Android* e outro para a aplicação *iOS*. O primeiro passo foi recriar a aplicação como já tinha sido feita anteriormente. Começando apenas por fazer os vários ecrãs com as suas interações, isto para a aplicação *Android* e para a aplicação *iOS*. Após esta parte visual da aplicação foi desenvolvido o modelo com as suas chamadas a API. Esta API que também sofreu alterações e passou a ser desenvolvida pela equipa de desenvolvimento da *Sensing Evolution*. Registo, autenticação, listar testes são alguns dos pedidos que foram desenvolvidos inicialmente.

Para o teste auditivo é utilizado uma *java lib* para *android* e um *pod* para *iOS*. É este módulo que faz com que se ouça os sinais sonoros durante o teste auditivo. Este módulo desenvolvido à parte serve também para outras aplicações desenvolvidas na *Sensing Evolution*, nomeadamente para aplicação *Kiosk* e para a aplicação de calibração que será explicado mais tarde no relatório.

Para usar o serviço em *android* é necessário criar um *intent* com a *class* do tipo *HearingEvaluationService* e criar uma conexão para poder comunicar com o serviço. A aplicação comunica com o serviço através de um *handler*, *Messenger* [32], próprio do *android*. A primeira mensagem a enviar para o serviço de teste, é do tipo registo e é necessário enviar o tipo de auscultador. Existem 6 tipos de auscultadores, 3 *bluetooth* e 3 *jack3.5*. Sendo que esses 3 tipos são *over-ear*, (auscultadores que tem espuma que fica à

volta de toda a orelha) *on-ear* (auscultadores que tem grandes apoios que assentam em cima da orelha) e ainda os *in-ear* (auscultadores que entram dentro do ouvido). Identificar o tipo de auscultador é importante porque é necessário ajustar a calibração consoante o tipo de auscultador e o tipo de dispositivo para poder dar um resultado mais assertivo. Isto porque todos os auscultadores têm um nível máximo de potência diferente de uns dos outros e com a mesma calibração poderia haver uma discrepância enorme nos resultados obtidos.

Existem alguns tipos de mensagem que podem ser recebidos na aplicação por parte do módulo como se pode ver na Figura 34. Os tipos de mensagem são do tipo, teste iniciado, teste acabado, frequência acabada, passo seguinte, teste parado e auscultadores encaixados.

```

/**
 * Targets used to exchange messages with Hearing service
 */
private final Messenger fromHearingMessenger = new Messenger(new IncomingHandler());
private Messenger toHearingMessenger = null;

/**
 * Defines callbacks for service binding, passed to bindService()
 */
private ServiceConnection mConnection = new ServiceConnection() {

    @Override
    public void onServiceConnected(ComponentName className,
                                   IBinder service) {
        HearingTestActivity.this.toHearingMessenger = new Messenger(service);
        HearingTestActivity.this.hearingBound = true;
        sendMessageToService(HearingEvaluationService.MessageToService.MSG_REGISTER_CLIENT,
                              headphoneType.ordinal());
    }

    @Override
    public void onServiceDisconnected(ComponentName arg0) {
        HearingTestActivity.this.hearingBound = false;
        // This is called when the connection with the service has been
        // unexpectedly disconnected -- that is, its process crashed.
        toHearingMessenger = null;
    }
};

void doBindService() {
    // Bind to HearingEvaluationService
    Intent intent = new Intent(this, HearingEvaluationService.class);
    bindService(intent, mConnection, Context.BIND_AUTO_CREATE);
}

void doUnbindService() {
    if (hearingBound) {
        // If we have received the service, and hence registered with
        // it, then now is the time to unregister.
        if (toHearingMessenger != null) {
            sendMessageToService(HearingEvaluationService.MessageToService.MSG_EVALUATION_STOP, 0);
            sendMessageToService(HearingEvaluationService.MessageToService.MSG_UNREGISTER_CLIENT, 0);
        }

        // Detach our existing connection.
        unbindService(mConnection);
        hearingBound = false;
    }
}

```

Figura 33 - Trecho de código do módulo android

```
/**
 * Handler of incoming messages from hearing service.
 */
class IncomingHandler extends Handler {
    @Override
    public void handleMessage(Message msg) {
        switch (HearingEvaluationService.MessageFromService.values()[msg.what]) {
            case MSG_EVALUATION_STARTED:
                break;
            case MSG_EVALUATION_ENDED:
                break;
            case MSG_FREQUENCY_ENDED:
                break;
            case MSG_EVALUATION_STEP_CHANGED:
                break;
            case MSG_EVALUATION_PAUSED:
                break;
            case MSG_HEADSET_PLUGGED:
                break;
            default:
                break;
        }
    }
}
```

Figura 34 - Trecho de código do módulo android

Para usar o módulo na aplicação iOS, é necessário criar um *podfile* [33], e importar o *pod iOSHearing*. Com isto, em qualquer controlador da aplicação é possível aceder aos métodos públicos deste *pod* estendendo o controlador de *HearingEvaluationDelegate*. Quando o controlador é criado basta escrever as linhas como demonstrado na Figura 35, tendo previamente identificado o tipo de auscultador. Com esta extensão do controlador é necessário implementar 2 métodos como mostra a Figura 36. Com o método *evaluationComplete* é possível saber quando é que o teste foi acabado e ter o resultado do teste. Com o método *frequencyComplete* é possível saber quando é que uma frequência acabou, qual foi essa frequência e que percentagem do teste se encontra.

```
testManager = HearingEvaluationManager(configuration: EvaluationConfiguration.buildFor(headphoneType!))
testManager.delegate = self
```

Figura 35 - Trecho de código do módulo iOS

```
func evaluationComplete(evaluationResult: EvaluationResult) {  
}  
  
func frequencyComplete(frequency: Int, testPercent: Int) {  
}
```

Figura 36 - Trecho de código do módulo iOS

Durante o teste auditivo são emitidas 7 frequências para cada ouvido. Começando no ouvido direito pela seguinte ordem, 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz, 6000Hz, 8000Hz, 500Hz e 250Hz e depois no ouvido esquerdo testando as mesmas frequências na mesma ordem. Cada sinal sonoro dura 2 segundos e se o utilizador não pressionar o botão, a potência aumenta e assim até atingir a potência máxima que a configuração devolve (Tabela 5). Quando o utilizador pressionar o botão e se for a primeira vez que foi ensaiada esta frequência, é repetida a frequência na potência abaixo. Caso seja a segunda vez que a frequência foi ensaiada, passa para a próxima frequência numa potência abaixo da última ensaiada. Este processo é repetido até serem testadas todas as frequências para ambos os ouvidos.

Assim com o teste auditivo funcional e as duas aplicações, *Android* e *iOS*, iguais em termos de funcionalidades à aplicação inicial, estava implementada a primeira versão estável da aplicação. Em termos visuais, a aplicação ficou bastante parecida à inicial tirando algumas animações que não foram feitas. Uma das animações que estava na aplicação e que foi replicada neste foi a animação durante a preparação do teste auditivo (Figura 11). Esta animação visa demonstrar o barulho ambiente atual onde o utilizador se encontra. Para isso é necessário utilizar o sensor de microfone do aparelho e criar um *observer*. Para construir esta animação foi desenhado um retângulo com os cantos redondos, e foram posicionados programaticamente. Na Figura 37 estão representados uns retângulos iguais ao lado uns dos outros até que preencharem o ecrã da uma ponta a outra, deixando um espaçamento de 10dp para cada lado. Depois foi necessário partir estas barras em 4 grupos, o verde, o amarelo, laranja e vermelho. Em que até o amarelo é considerado aceitável e o utilizador pode avançar para o próximo passo. Como o *observer*¹ está sempre a atualizar o valor medido pelo microfone, este manda pintar as barras consoante o que mede. Caso o utilizador negue a utilização do microfone não é permitido avançar porque para que o resultado do teste seja

¹ Um *observer* é uma interface que pode ser implementada para quando é necessário ser informado sobre a mudança de estado de um determinado objeto [40].

mais exato, é recomendado que o nível do ruído ambiente esteja no nível amarelo ou abaixo disso.

```
func drawSticks(){
    if (soundView.arrangedSubviews.count == 1){
        let halfWdith = Float(view.frame.width / 2)
        count = Int(roundf(Float(halfWdith) / (halfWdith/15)))
        for _ in 0..
```

Figura 37 - Trecho código animação

Esta aplicação também necessitava de algumas alterações a nível visuais. Uma das grandes alterações necessárias era o menu. Com o uso do menu lateral visível na Figura 7 e na Figura 8 não é possível navegar para outras atividades, sem ser na atividade principal. Como solução foi desenvolvido um *bottom navigation*, sendo que na sua documentação recomenda o uso deste tipo de menu quando se quer aceder a menus em qualquer parte da aplicação [32]. Também recomenda 3 a 5 opções de menu. Para isso foi necessário repensar na aplicação como um todo e como era possível diminuir o número de opções no menu. A sugestão foi passar para 3 *tabs* no menu, teste auditivo, perfil do utilizador e centros auditivos. Com estas 3 opções que podem ser observadas na Figura 38, é possível criar as mesmas condições que a aplicação tinha com a possibilidade de trocar de *tab* quando necessário. Apenas durante o teste auditivo se retirou o menu para que este não fosse abortada sem intenção carregando numa das opções do menu. Esta reestruturação da aplicação a nível de *design*, levou a que se mudasse também as cores da aplicação e algumas imagens um pouco desatualizadas. Para ajudar na escolha de novas cores e imagens contou a ajuda de uma *designer* que desenhou os *mockups* que se encontram na secção 4.4.



Figura 38 - Menu da aplicação Evollar

A listagem dos centros auditivos também é uma funcionalidade que estava implementada na aplicação inicial e que foi submetida a alterações. O objetivo desta alteração era poder dar a conhecer ao utilizador quais são as farmácias onde pode efetuar um rastreio auditivo e assim marcar uma consulta com um audiolologista através da aplicação. Para isso uma das soluções proposta foi através de 3 ecrãs. No primeiro ecrã (Figura 39) uma lista de instalações ordenada por distância, se o utilizador aceitar a permissão de uso da localização. Caso o utilizador negue o uso de localização, esta lista é ordenada alfabeticamente. No segundo ecrã (Figura 40) informação relevante sobre a instalação, nomeadamente a sua morada e localização visível no mapa. No terceiro ecrã (Figura 41) um calendário em que selecionado uma determinada data, informava da disponibilidade ordenada pela hora. Para confirmar a marcação era necessário pressionar na disponibilidade. Para construir o calendário foi necessário estudar algumas bibliotecas disponíveis para que em ambas as aplicações Android e iOS ficassem minimamente parecidas. Esta biblioteca devia permitir selecionar um dia, marcar esse dia de alguma forma e poder marcar os eventos no calendário. Para a aplicação Android foi escolhido usar o *Collapsible CalendarView* [33] por ter todos os requisitos acima mencionados e ainda ser possível definir um limite do calendário. É possível limitar o calendário apenas no mês atual e no próximo e assim limitar os pedidos à API para saber quais são as disponibilidades do mês selecionado. O pod utilizado para iOS foi *JTAppleCalendar* [34] por ser um dos únicos que cumpre os requisitos acima mencionados e ser o mais parecido em termos estéticos e com o *Collapsible CalendarView*.



Figura 39 - Lista de centro auditivos



Figura 40 - Informação sobre a instalação

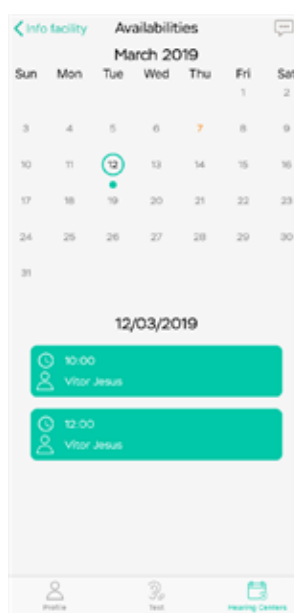


Figura 41 - Disponibilidade da instalação

Acabada as alterações feitas a nível de *design* seguindo os *mockups* estava pronta uma nova versão da aplicação *Evollar*. Esta versão foi submetida a testes de usabilidade por parte dos colaboradores da empresa em que muitos apontaram alguns problemas na funcionalidade dos rastreios auditivos. Esta funcionalidade estava um pouco confusa por ter de passar por 3 ecrãs diferentes e não se perceber que as células de cada disponibilidade podiam ser

pressionadas para efetivamente fazer a marcação de um rastreio auditivo. Em alguns dispositivos o calendário não era proporcional ao ecrã. O calendário ocupava uma grande área dos dispositivos com ecrãs mais pequenos sendo que as disponibilidades ficavam em baixo e assim ser necessário fazer *scroll* para as ver. Assim de maneira a resolver este problema foi feita outra proposta para representar os rastreios auditivos. Sendo esta solução composta por dois ecrãs. No primeiro onde se encontram listadas todas as disponibilidades de todas as instalações num raio de 50km agrupadas por dia. No segundo ecrã é mostrado alguma informação sobre a instalação onde ocorre o rastreio auditivo e a hora que o utilizador pode seleccionar e assim marcar a disponibilidade para a hora e instalação seleccionada. Com esta nova proposta submetida a testes de usabilidade por parte da empresa e aceite por todos estava pronta uma nova versão da aplicação.

Outra funcionalidade a acrescentar, era uma loja virtual na aplicação. Isto é ser possível comprar alguns produtos através da aplicação *Evollar* e através de um site acessível por qualquer browser de internet. Alguns desses produtos comercializados são nomeadamente pilhas para o aparelho auditivo e produtos de limpeza para o aparelho. Foram então propostas duas soluções onde fosse possível fazer compras pelo website e que também tivesse API para poder implementar esse sistema de compra através da aplicação. O primeiro sistema apresentado foi o *Magento* [37] baseado em *php*. O segundo sistema apresentado foi o *aimeos* [20]. Os dois sistemas dispõem de uma API com a qual era possível integrar com a aplicação móvel. Mas como outra das finalidades era a integração com o website que já tinha sido desenvolvido em *laravel* e para não estar a adicionar outra tecnologia foi decidido desenvolver a loja usando *aimeos*. Um dos colaboradores tratou de toda a configuração inicial para haver uma versão de desenvolvimento desta loja (Figura 42). Foi apenas necessário adicionar produtos e preços à BD.

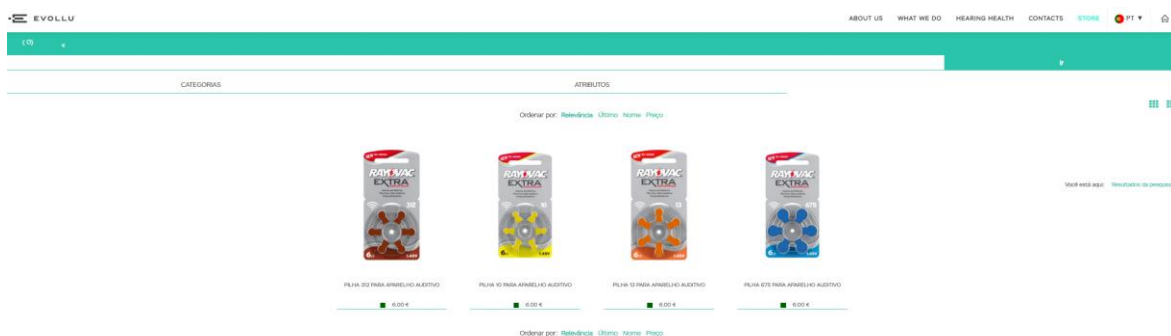


Figura 42 - Website loja

Com esta versão da loja de testes já havia disponível uma API. Esta loja foi desenvolvida apenas para a plataforma iOS, por haver mais utilizadores na empresa com aparelhos cujo sistema operativo é iOS. Também porque esta funcionalidade de loja ainda está em fase de testes. O menu ficou com mais um elemento como na Figura 43. O primeiro passo da integração com a loja foi a listagem dos produtos disponíveis. Com o código (Figura 44), é feito um pedido em que a resposta é devolvida e *JavaScript Object Notation* (JSON). Para poder receber o preço, a fotografia e o texto da descrição do produto é necessário adicionar o *price media e text* ao url. O método *getItem* é responsável por criar um objeto do tipo *itemshop*. O método *getShopItems*, é chamado pelo controlador que por sua vez cria uma *tableview* [38] com os itens todos devolvidos pelo método. O resultado desta *tableview* é a vista representada na Figura 45. Cada item tem três ações possíveis, (i) comprar já e avançar diretamente para pagamento do artigo (Figura 48), (ii) adicionar ao carrinho e no ícone que está na vista em cima do lado direito é adicionado o item, (Figura 46) ou então (iii) pressionar o item e ver alguns detalhes do produto (Figura 47). Nesta vista de detalhes é possível ver a descrição do produto assim como a taxa de iva e o seu preço final. Também é possível avançar para a compra de um ou múltiplos artigos, ou então apenas adicionar ao carrinho. Cada um destes métodos adiciona elementos ao carrinho da sessão atual, que é gerida pela *framework aimeos*. Cada sessão é válida durante 120 minutos, o utilizador pode adicionar compras ao carrinho fechar a aplicação e voltar a abrir dentro desse tempo e os artigos permanecem no carrinho. Para aceder aos produtos do carrinho e apagar alguns basta ir ao carrinho e é apresentado a Figura 48. Para avançar para a compra é necessário escolher o tipo de pagamento e registar esse tipo de pagamento a compra através da API. Depois é redirecionado para a vista da Figura 49, para o utilizador inserir a morada de entrega. Quando o utilizador pressionar o botão para encomendar e se a morada estiver completa é necessário fazer várias chamadas à API, nomeadamente para: (i) adicionar a morada de encomenda, (ii) adicionar o método de pagamento, (iii) guardar o carrinho de compras e, por fim, (iv) criar a encomenda. Este último método devolve um url do paypal, e redirecionando o utilizador para esse link o utilizador pode fazer o pagamento e assim finalizar a compra.



Figura 43 - Menu aplicação com loja

```

static public func getShopItems(completion: @escaping (_ response: String, _ items: [ItemShop]?, _ token: TokenShop?) -> Void) {
    let aux_url = shop_url + "jsonapi/product?include=price,media,text"
    var itemsShop: [ItemShop]?
    var token: TokenShop?

    guard let url = URL(string: aux_url) else {
        completion("no internet", itemsShop, token)
        return
    }
    var request = URLRequest(url: url)

    request.httpMethod = "GET"
    request.addValue("application/json", forHTTPHeaderField: "Content-Type")

    URLSession.shared.dataTask(with: request) { (data, response, error) in
        guard data != nil else { return }
        let httpResponse = response as! HTTPURLResponse
        if (httpResponse.statusCode == 200) {
            do {
                let json: [String: Any] = try JSONSerialization.jsonObject(with: data!, options: .mutableContainers) as! [String: Any]
                let jsonMeta: [String: Any] = json["meta"] as! [String: Any]

                let jsonToken: [String: Any] = jsonMeta["csrf"] as! [String: Any]
                token = TokenShop(name: (jsonToken["name"] as! String), token: (jsonToken["value"] as! String))
                let jsonData: [[String: Any]] = json["data"] as! [[String: Any]]
                itemsShop = []

                for jsonItem in jsonData {
                    let item = getItem(jsonItem: jsonItem, json: json)
                    itemsShop?.append(item!)
                }

                completion("success", itemsShop, token)
            } catch let jsonErr {
                print(jsonErr)
            }
        } else {
            completion("error", itemsShop, token)
        }
    }.resume()
}

```

Figura 44 - Trecho código get produtos loja



Figura 45 - Lista produtos da loja

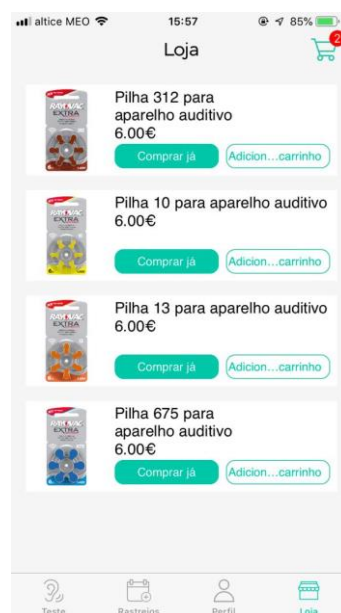


Figura 46 - Lista produtos da loja com 2 itens



Figura 47 - Detalhes do produto loja

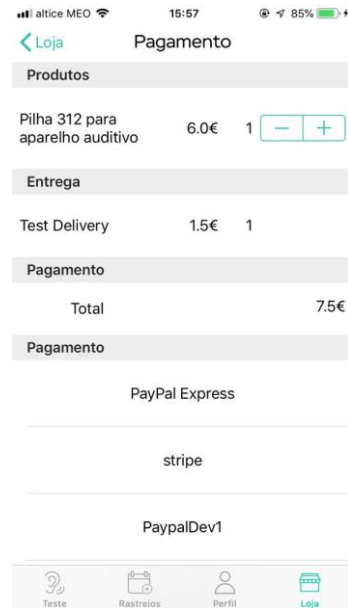


Figura 48 - Encomenda loja

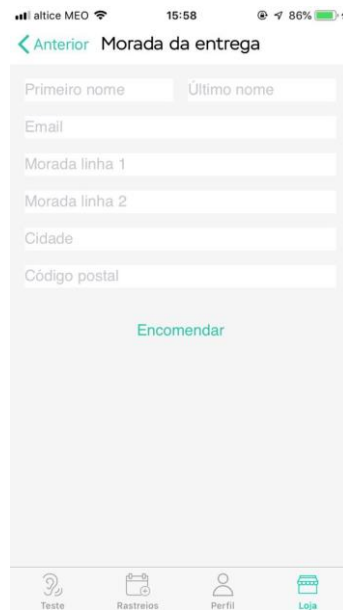


Figura 49 - Formulário morada loja

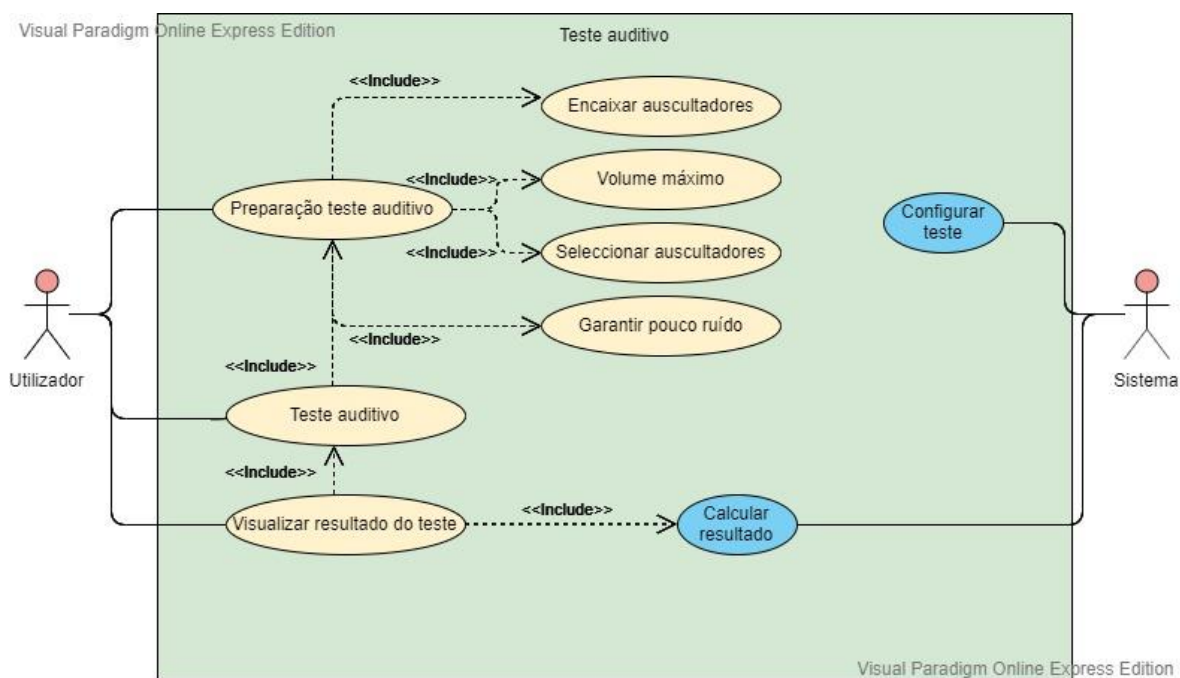


Figura 51 - Caso de uso do teste auditivo

4.8. Processo de calibração

Como já foi referido anteriormente para realizar um teste auditivo cujo resultado seja o mais fidedigno possível é necessário ajustar a calibração do teste consoante o tipo de auscultadores usados e o *smartphone* ou *tablet* que é utilizado. Como demonstra o estudo feito pela Jessica Barzick e Yula Serpanos [1], demonstra que os resultados de um teste auditivo utilizando diferentes tipos de auscultadores pode se obter resultados diferentes.

Para comprovar esta situação foi feito também uma medição do volume máximo que um auscultador conseguia atingir numa determinada frequência. Para isso foi desenvolvido uma aplicação utilizando o mesmo módulo da aplicação *Evollar*. Esta aplicação, de calibração, lista todas as frequências (Figura 52) que o módulo tem em 2 volumes diferentes, no nível 8 e 9 sendo que o máximo é 15. Quando uma frequência é pressionada (Figura 53) é emitido um sinal constante para pode ser medido a potência em DB no momento, pressionando novamente é possível adicionar o valor que foi medido (Figura 54). Na Figura 55, é possível ver a lista de frequências testadas com o resultado obtido na frequência de 250Hz. É possível adicionar vários tipos de auscultadores inserindo uma breve descrição (Figura 56). Esta aplicação cria um JSON com a frequência, a sua amplitude (volume), e o seu resultado obtido.



Figura 52 - Aplicação calibração lista frequências

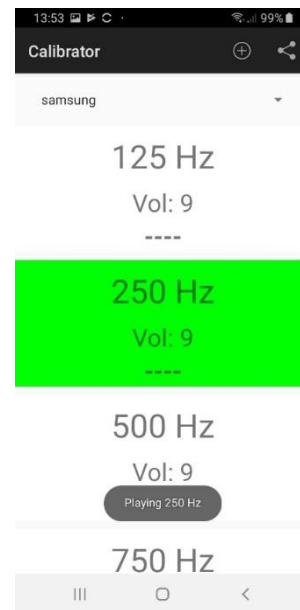


Figura 53 - Aplicação calibração frequência a tocar

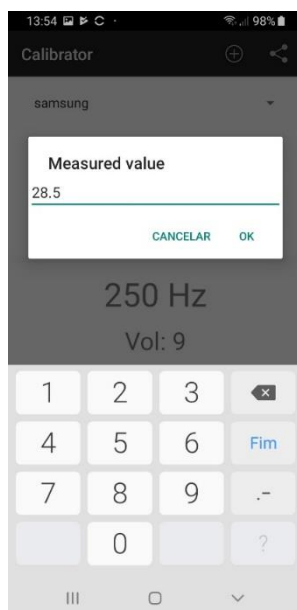


Figura 54 - Aplicação calibração inserir valor

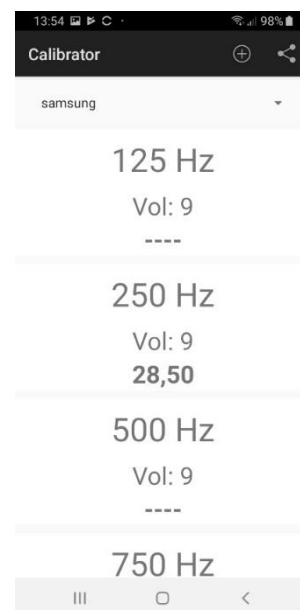


Figura 55 - Aplicação calibração lista com valores

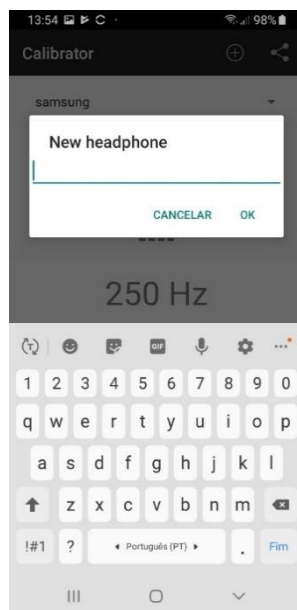


Figura 56 - Aplicação calibração inserir novos auscultadores

Com esta aplicação desenvolvida, foi possível fazer uma medição da potência num laboratório especializado. Foram utilizados 12 tipos de auscultadores (2 *InEar*, 2 *OverEar* e 2 *OnEar*, 2 *InEarBT*, 2 *OverEarBT*, 2 *OnEarBT*) e 6 *smartphones* diferentes, 3 *iOS* e 3 *Android*. Sendo que os resultados obtidos para a amplitude máxima estão na Tabela 5, todos os valores em DB. Estes resultados são uma média obtida nos testes realizados, sendo que para cada tipo dispositivo foram levantados os diferentes valores obtidos com todos os diferentes auscultadores. Nota-se que existe uma grande diferença entre os resultados obtidos entre os dispositivos *Android* e *iOS* e se os auscultadores são do tipo *bluetooth*. Com esta tabela foi possível fazer uma configuração para quando utilizado no teste auditivo e sabendo que tipo de auscultadores usados, calibrar o teste de maneira a tornar os sinais sonoros mais “difíceis” de ouvir e assim o resultado do teste auditivo ser mais assertivo.

	250KHz	500KHz	1000KHz	2000KHz	4000KHz	6000KHz	8000KHz
<i>InEar - Android</i>	95.3	92.1	93.3	99.4	96.5	94.3	90.7
<i>InEarBT - Android</i>	95.3	95.3	93.3	99.4	96.5	94.3	90.7
<i>InEar - iOS</i>	107.5	105.5	108.8	113.0	93.5	94.0	94.8
<i>InEarBT - iOS</i>	110.5	109.5	111.0	118.0	97.5	100.2	109.5
<i>OverEar - Android</i>	75.2	77.4	67.9	61.5	67.1	80.3	79.5
<i>OverEarBT - Android</i>	61.3	66.5	63.8	51.3	41.4	39.9	49.6
<i>OverEar - iOS</i>	109.5	106.5	107.0	109.0	111.5	112.3	114.0

<i>OverEarBT - iOS</i>	112.5	114.5	117.0	116.0	114.5	116.4	112.5
<i>OnEar - Android</i>	94.2	89.8	91.7	93.9	90.8	88.5	96.5
<i>OnEarBT - Android</i>	61.3	66.5	63.8	51.3	41.4	39.9	49.6
<i>OnEar - iOS</i>	109.5	106.5	107.0	109.0	111.5	112.3	114.0
<i>OnEarBT - iOS</i>	112.5	114.5	117.0	116.0	114.5	116.4	112.5

Tabela 5 - Amplitude máxima

5. Aplicação final

A aplicação durante o período de estágio sofreu bastantes alterações a nível de *backend*, ou seja, o seu funcionamento foi todo repensado de raiz e o código todo feito novamente. Sendo que a aplicação inicial não serviu de muito pois o seu código estando desenvolvido noutra linguagem não se conseguiu reaproveitar. A sua API também foi toda alterada e migrada para outra linguagem de programação. Com este desenvolvimento nativo, procurou-se melhorar algumas falhas existentes com a parte do teste auditivo, principal função desta aplicação *Evollaru*. Esta aplicação encontra-se no mercado e pode ser descarregada para as plataformas *iOS* e *Android*.

Nos subcapítulos seguintes estão as várias funcionalidades da aplicação que se encontram neste momento na aplicação *Evollaru* em produção.

5.1. Teste auditivo

A funcionalidade de teste auditivo é a funcionalidade mais importante, sendo o cerne da aplicação. A aplicação quando inicia apresenta a Figura 57, esta é considerada a página principal e a partir daqui é possível iniciar o teste. Quando o teste é iniciado pela primeira vez, é apresentado alguma informação sobre o teste (Figura 58). Esta informação serve para dar a conhecer o intuito e funcionamento da aplicação. Avançando para o passo seguinte e antes de iniciar efetivamente o teste auditivo é necessário alguns requisitos. Estes requisitos servem para garantir um resultado do teste auditivo mais realístico sobre o estado de saúde auditivo do utilizador.

Os requisitos para poder avançar para o teste são 4, (i) Necessita de uns auscultadores conectados ao dispositivo, podem ser *bluetooth* ou então de ligação *jack* (Figura 59). (ii) Precisa de selecionar qual o tipo de auscultador que está a utilizar como sugere a Figura 60. (iii) Também é necessário colocar o volume do dispositivo no volume máximo, como sugere a Figura 61. Por fim (iv) a última recomendação do teste (Figura 62) é estar num lugar em que o barulho ambiente seja reduzido. Apenas com estes requisitos todos cumpridos é que o utilizador pode realizar o teste auditivo. Surge o último aviso (Figura 63) de como proceder à realização do teste auditivo, que avisa que basta pressionar o botão quando ouvir o sinal sonoro nos auscultadores.

Durante o teste auditivo, há uma animação do lado direito do boneco (Figura 64) para avisar que o sinal sonoro emitido é no auscultador direito. Quando os sinais começarem do lado esquerdo a animação também aparece à esquerda. Em volta do botão também está uma animação que vai dando a volta ao botão enquanto o teste decorre. Quando chegar ao fim, significa que o teste terá acabado. Este teste auditivo dura entre 2 a 5 minutos dependendo da audição do utilizador. Se tiver a audição perfeita irá ouvir os sinais sonoros a amplitudes mais baixas e consequentemente irá realizar o teste auditivo mais rapidamente. A qualquer momento o utilizador pode decidir parar o teste e depois continuar o teste quando pretender (Figura 65). Durante o teste o utilizador pode baixar o nível do som, mas essa opção desabilitada nesta atividade de teste auditivo. Se perder a ligação com os auscultadores, aparece um ecrã a pedir ao utilizador para voltar a ligar os auscultadores e o teste fica parado até o utilizador os conectar. Quando o teste auditivo chegar ao fim, este avança automaticamente para o resultado do teste auditivo.



Figura 57 - App Evollu página principal



Figura 58 - App Evollu info teste



Figura 59 - App Evollu requisito auscultadores

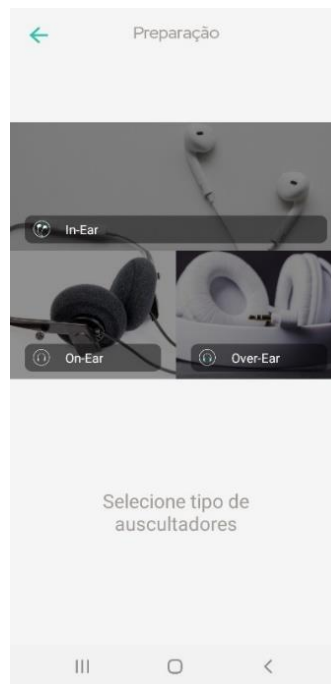


Figura 60 - App Evollu requisito seleccionar tipo auscultadores



Figura 61 - App Evollu requisito volume máximo



Figura 62 - App Evollu requisito silencio



Figura 63 - App Evollar aviso teste

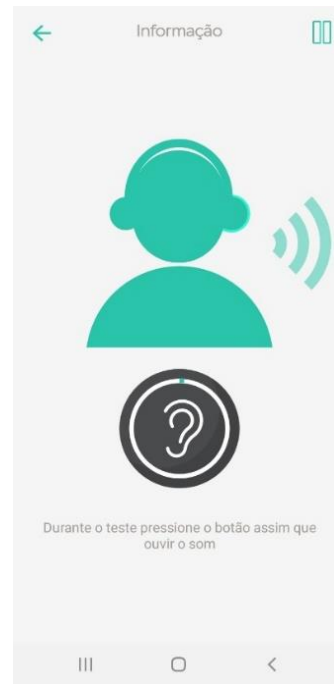


Figura 64 - App Evollar teste auditivo

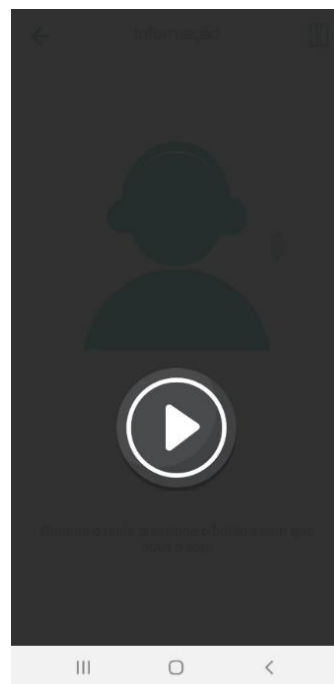


Figura 65 - App Evollar teste auditivo parado

5.2. Resultado do teste auditivo

Após realizar o teste auditivo os resultados podem ser visualizados de três formas. Sendo a primeira forma sob forma de gráfico, como na Figura 66. É possível identificar rapidamente o estado de saúde auditivo e é apresentado a média de cada ouvido. Neste caso no ouvido

direito há uma ligeira perda, mas não suficiente para haver problema, daí a mensagem a dizer “Audição normal”. No presente gráfico é possível observar quais foram as frequências testadas e o resultado, com a sua legenda que vai desde normal até grave. A acompanhar o gráfico existe um texto que explica como está a saúde auditiva do utilizador (Figura 67). Neste caso a audição é considerada normal. Como último tipo de representação de teste auditivo, existe o pdf (Figura 68), onde o utilizador pode encontrar um gráfico como representado anteriormente e um texto explicando o resultado. Este pdf tem a possibilidade de ser partilhado com outras aplicações e também pode ser impresso e mostrado a um especialista em audiologia para ser alvo de interpretação.

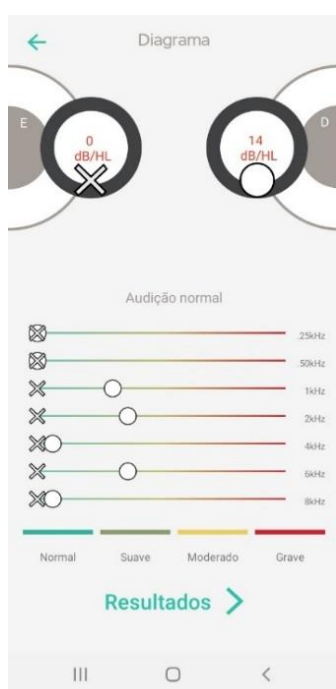


Figura 66 - App Evollar resultado gráfico



Figura 67 - App Evollar resultado textual



Figura 68 - App Evollu resultado pdf

5.3. Autenticação e Registo

Algumas das funcionalidades requerem que o utilizador se autentique para poder ter acesso ao conteúdo. Nomeadamente o pdf do resultado do teste auditivo e a funcionalidade de rastreios que será explicado mais abaixo. Estando autenticado também é possível ao utilizador ter acesso ao seu histórico de testes auditivos realizados. Assim como o seu histórico de consultas. Para o utilizador se autenticar tem de inserir o seu email e palavra-passe (Figura 69). O formulário de registo é apresentado na Figura 70. Neste formulário estão assinalados os campos obrigatórios a asterisco (*), sendo eles o primeiro nome, segundo nome, email e palavra passe. Se pretender também pode preencher o seu telefone, o seu género e a sua data de nascimento.



Figura 69 - App Evollar página de autenticação

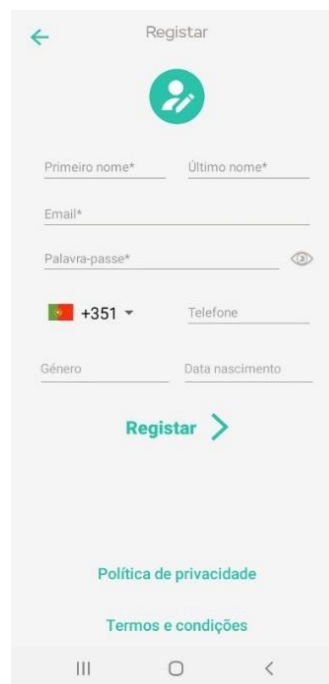


Figura 70 - App Evollar registo

5.4. Termos e condições & Política de privacidade

Na página de registo o utilizador pode aceder à informação da empresa e da aplicação. Sendo os termos e condições de utilização da aplicação a Figura 71 e a política de privacidade a Figura 72.

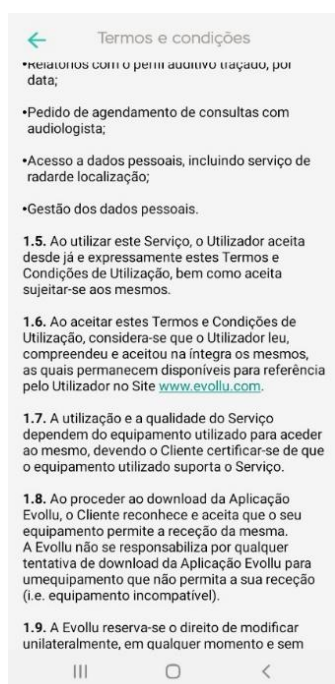


Figura 71 - App Evollar termos e condições

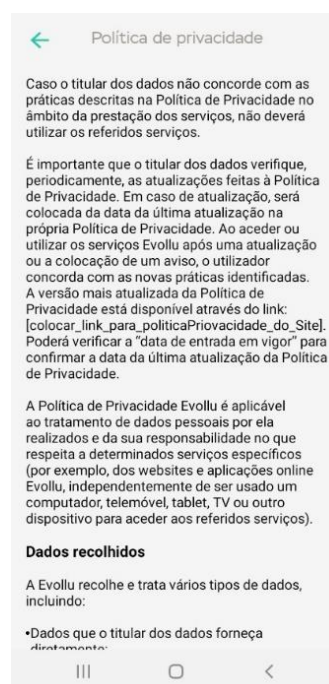


Figura 72 - App Evollar política de privacidade

5.5.Perfil

Estando autenticado o utilizador tem acesso ao seu perfil (Figura 73), a partir daqui pode editar o seu perfil (Figura 74), pode aceder às suas marcações (Figura 75). No ecrã das marcações consegue saber quais foram as suas consultas, em que instalação foram e a pessoa responsável pela consulta. Se o utilizador carregar numa célula de marcação, irá expandi-la (Figura 76) e aí pode ver mais informação como a morada da instalação e o número de telefone. Apenas consegue ter uma célula expandida de cada vez. Existem 4 tipos de células para as marcações, (i) se a consulta ainda não estiver confirmada por parte de um funcionário da instalação, (ii) se a consulta já estiver confirmada e for para o futuro, (iii) se a consulta já for no passado e o utilizador faltou, (iv) se a consulta for no passado e a consulta não foi realizada por algum motivo.

Desde a página de perfil o utilizador pode aceder ao histórico de testes auditivos (Figura 77) realizados e aí ver os resultados como foram apresentados anteriormente. Nesta lista o utilizador pode rapidamente ver quais foram o resultado dos seus testes. O ícone do lado esquerdo com o ouvido tem 3 possibilidades, (i) bola verde que significa que a audição está normal, (ii) triângulo amarelo significa que há uma perda ligeira de audição (iii) quadrado vermelho significa que há uma perda severa de audição. Nesta atividade também é possível apagar os seus testes carregando no caixote do lixo (Figura 78) que irá mostrar umas *checkboxs* e selecionado quais pretende apagar depois basta voltar a carregar no caixote do lixo.



Figura 73 - App Evollu perfil



Figura 74 - App Evollu editar perfil



Figura 75 - App Evollu marcações

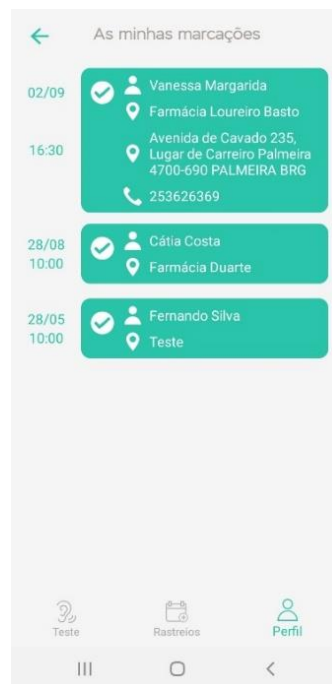


Figura 76 - App Evollu marcação expandida

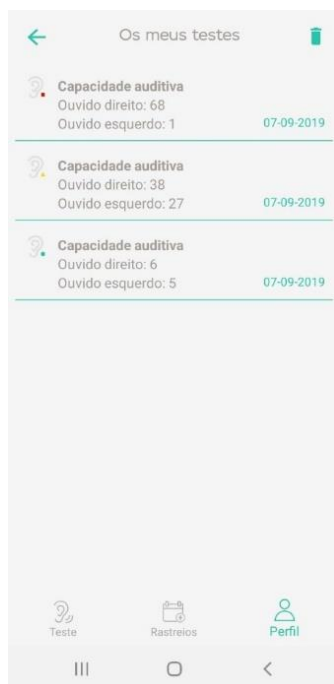


Figura 77 - App Evollar histórico testes

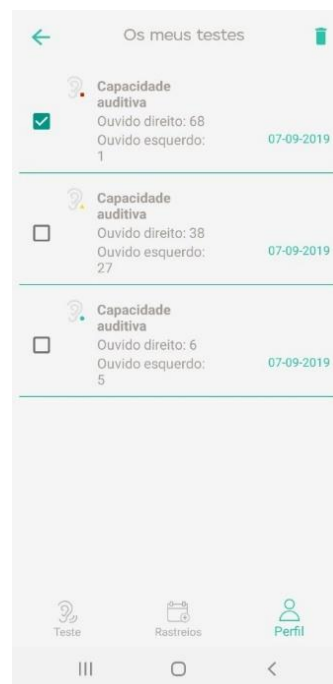


Figura 78 - App evollar histórico com checkboxes

5.6. Rastreios auditivos

O utilizador deve autenticar-se para aceder a esta funcionalidade. Estando autenticado pode aceder à lista de rastreios (Figura 79) e se permitir a utilização de localização, estes rastreios são listados por proximidade num raio de 50km. Se não permitir estes serão listados alfabeticamente. Também é possível procurar (Figura 80) os rastreios por localização, número de telefone ou nome da instalação. Se o utilizador pretender pode fazer um pedido de contacto (Figura 81) para que seja contactado e ser agendado uma marcação de um rastreio auditivo.

Na lista de rastreios, selecionado um rastreio o utilizador pode observar as disponibilidades do rastreio e mais alguma informação sobre a instalação (Figura 82). Carregando num dos *slots* horários disponíveis o utilizador pode confirmar a sua marcação e posteriormente aguardar que seja confirmada por parte do responsável da instalação. O utilizador apenas pode fazer uma marcação de cada vez. Ou seja, se já tiver uma marcação feita e tenta fazer outra aparecerá uma mensagem a dizer que a marcação feita previamente será cancelada.

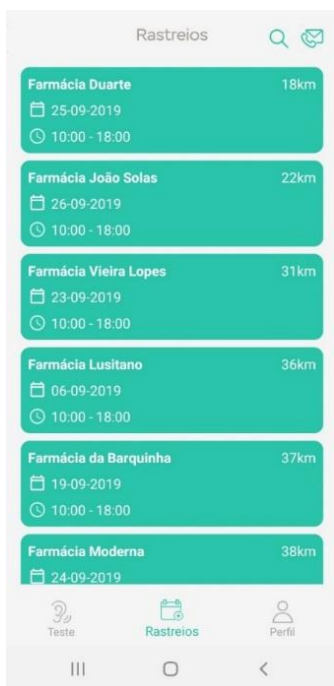


Figura 79 - App Evollu rastreios

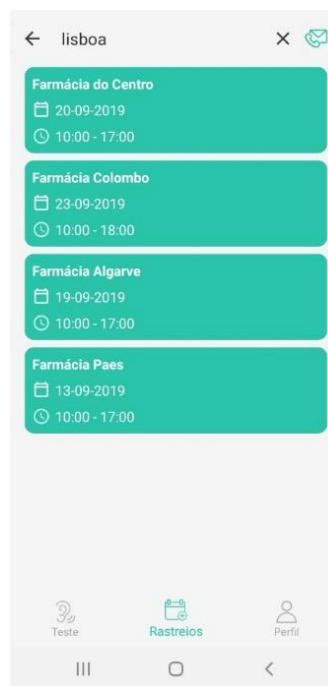


Figura 80 - App Evollu rastreios pesquisa

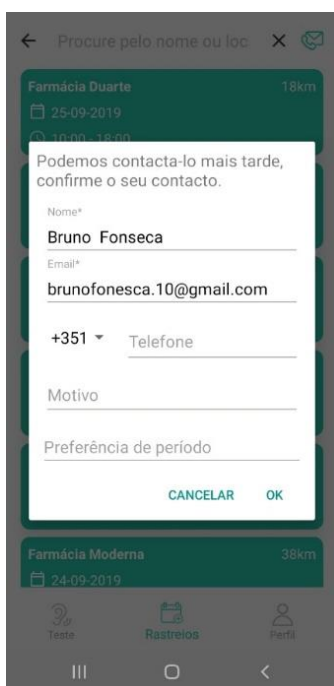


Figura 81 - App Evollu pedido de contacto

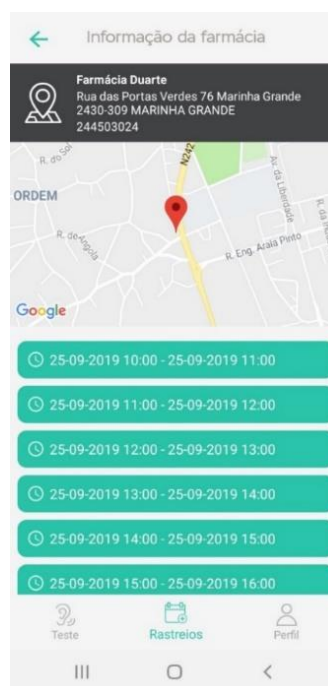


Figura 82 - App Evollu disponibilidades

5.7. Fluxo da aplicação atual

Na Figura 83, é possível ver o fluxo da aplicação atual. Existem 3 caminhos diferentes, sendo representado um para cada menu que existe, (i) teste auditivo, onde o utilizador pode realizar um teste auditivo. (ii) perfil, onde o utilizador se pode autenticar para depois aceder

ao seu perfil e aos seus dados pessoais, histórico de testes auditivos e lista de marcações. (iii) por fim tem outro menu onde pode aceder aos rastreios auditivos e aí marcar um rastreio auditivo.

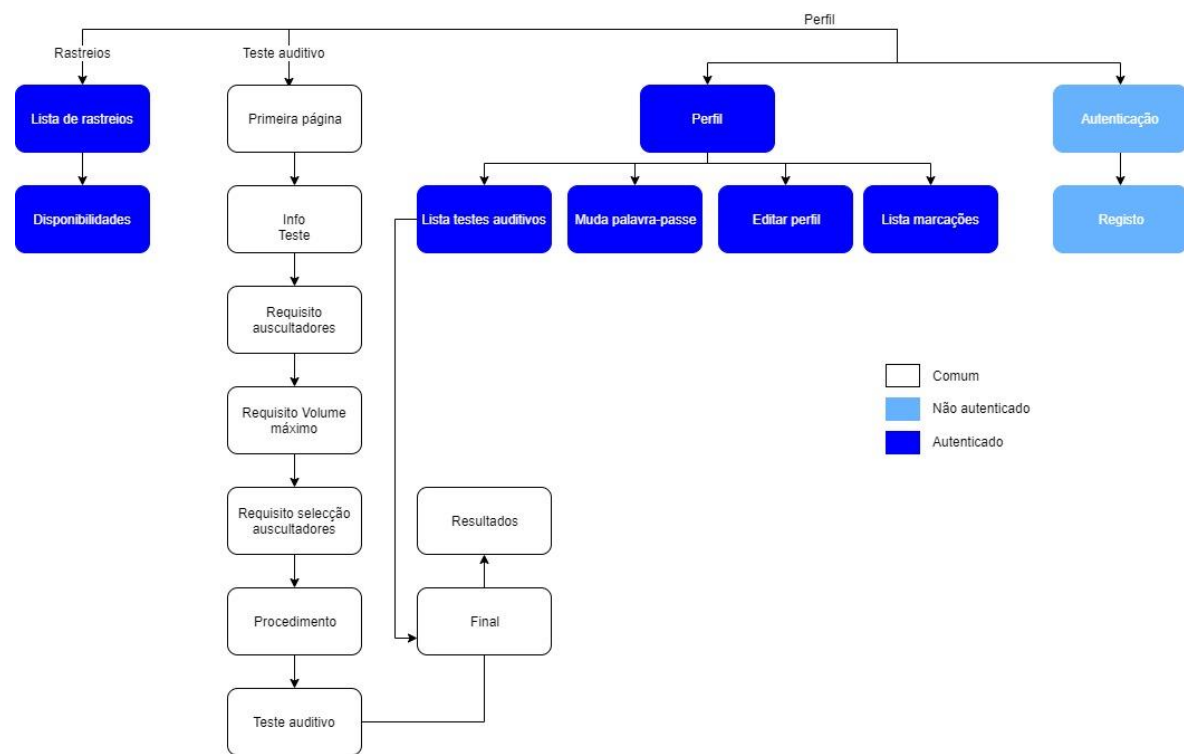


Figura 83 - Fluxo da app atual

5.8. Comparação entre aplicação inicial e atual

Como se pode ver nos subcapítulos acima a aplicação atual tem algumas diferenças da aplicação final. Onde se pode notar mais diferenças é a nível do design que mudou potencialmente. Mas também é notável que a nível de funcionalidades esta aplicação sofreu alterações. Para ajudar a compreender quais foram as alterações está presente a Tabela 6. Apesar de algumas funcionalidades terem sido desenvolvidos nesta aplicação atual, não estão a ser utilizadas na aplicação e não constam na tabela. De notar que nem todas as funcionalidades desenvolvidas constam na tabela por haver algumas em fase de testes de usabilidade. Sendo a loja um dos exemplos.

	Aplicação inicial	Aplicação atual
Teste auditivo	✓	✓
Resultados do teste gráfico	✓	✓
Resultados do teste textual	✓	✓

Resultados do teste pdf	✓	✓
Guardar o teste auditivo	✓	✓
Registo	✓	✓
Autenticação	✓	✓
Listar testes auditivos anteriores	✓	✓
Apagar testes auditivos anteriores	✓	✓
Realizar um questionário auditivo	✓	✗
Listar centros auditivos	✓	✗
Listar rastreios auditivos	✗	✓
Listar disponibilidades	✗	✓
Agendar um rastreio auditivo	✗	✓
Listar marcações futuras e passadas	✗	✓
Fazer um pedido de contacto	✓	✓
Ter acesso a loja online	✓	✗

Tabela 6 - Comparação entre aplicação inicial e atual

6. Testes

Neste capítulo é descrito quais foram os testes que foram feitos à aplicação *Evollu*. Os testes servem para demonstrar que a aplicação não tem falhas de sistemas e funciona de acordo o que foi recomendado. Apenas foram desenvolvidos testes unitários. Para complementar os testes e garantir que tudo estava operacional foram feitos testes de usabilidade.

6.1. Testes unitários

Os testes que foram desenvolvidos foram apenas testes unitários. Estes testes unitários servem para isolar partes da aplicação e assegurar que estava tudo bem. Um exemplo de teste que foi desenvolvido tanto em iOS como em Android, foi tendo uma estrutura json guardada numa variável assegurar que o objeto construído estava de acordo com o pretendido. Neste caso uma classe importante, é a classe *Person*, que representa um utilizador quando se encontra autenticado. Todas as classes desta aplicação foram testadas desta forma, tanto para a aplicação iOS como para a aplicação Android. Todos estes testes desenvolvidos passaram com sucesso.

6.2. Testes de usabilidade

Ao longo do desenvolvimento da aplicação também foram pedidos a membros da *Sensing Evolution* que experimentassem a aplicação para poder perceber se a aplicação necessitava de alguns melhoramentos a nível de usabilidade ou até algum problema que surgisse que fizesse com que a aplicação deixasse de funcionar. Um dos problemas encontrados desta maneira, foi com o surgimento do Android Pie (9) [39], a aplicação quando necessitava de pedir o uso de algum sensor (GPS ou Microfone) cessava de funcionar. Um dos problemas de usabilidade que assim foi encontrado foi ao nível dos centros auditivos e das suas disponibilidades em que o calendário se tornava bastante pequeno e não era possível seleccionar o dia facilmente.

Depois de terminar o período de estágio e assim o contributo com o desenvolvimento desta aplicação foram feitos testes de usabilidade em que a aplicação foi descarregada por 15 pessoas. A idade deste grupo de pessoas vai dos 20 anos aos 84 anos. Depois foi pedido para que estas pessoas respondessem a um pequeno questionário e com as respostas deste

questionário foi possível gerar o gráfico abaixo. As perguntas que foram feitas no questionário foram as seguintes e são as mesmas que aparecem no gráfico abaixo e pela mesma ordem:

Pergunta 1: Numa escala de 1 a 5, conseguiu configurar o ambiente do teste auditivo?

Pergunta 2: Numa escala de 1 a 5, conseguiu realizar o teste auditivo?

Pergunta 3: Numa escala de 1 a 5, conseguiu interpretar o resultado obtido?

Pergunta 4: Numa escala de 1 a 5, conseguiu registar-se?

Pergunta 5: Numa escala de 1 a 5, conseguiu visualizar o seu histórico de testes?

Pergunta 6: Numa escala de 1 a 5, conseguiu visualizar as disponibilidades dos centros auditivos?

Para todas as perguntas feitas a escala é a mesma, sendo que a escala esta representada na Tabela 7.

Estes testes foram supervisionados para poder perceber o que estava a acontecer e perceber quais os problemas e o porque das respostas. Na maioria dos casos os testes foram feitos usando um *smartphone* com sistema operativo *Android*.

Na Figura 84, é possível ver que houve 2 utilizadores que acharam a configuração de teste e a realização do muito difícil, isto porque não conseguiram realizar o teste por haver bastante ruído. Consequentemente não conseguiram interpretar o resultado do teste. Quatro dos utilizadores eram mais velhos e tiveram alguma dificuldade em realizar o teste e a interpretar o gráfico. Estes quatro utilizadores mais idosos não possuem email foi então impossível realizar o registo de utilizador. Consequentemente não conseguiram aceder nem ao histórico nem as disponibilidades dos centros auditivos. Um dos utilizadores não estava com ligação à internet e também lhe foi impossível realizar o seu registo. Alguns dos utilizadores conseguiram realizar o teste, interpretar o teste, registar-se, aceder ao histórico de testes e aceder as disponibilidades sem grandes problemas por serem mais jovens e estarem habituados a aplicações móveis. Um dos utilizadores tem falta de audição e usa aparelho auditivo e realizou o teste sem o seu aparelho e o teste detetou uma perda de audição grave, o que de facto revela alguma fiabilidade no teste auditivo. Os utilizadores até aos 35 anos realizaram a parte de preparação do teste e o teste em cerca de 3 minutos. Os

utilizadores entre os 35 e até aos 60 anos já levou um pouco mais de tempo e demoraram cerca de 5 a 6 minutos para realizar o mesmo processo. Enquanto que os mais idosos com mais de 60 anos demoraram cerca de 8 minutos porque também não tem grande à vontade na utilização de um *smartphone*.

De um modo geral, os resultados são bons. Isto porque até utilizadores com mais idade conseguiram, mesmo com algumas dificuldades, realizar o teste auditivo e interpretá-lo o seu resultado.

1	Muito fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Difícil
5	Muito difícil

Tabela 7 - Escala do teste de usabilidade

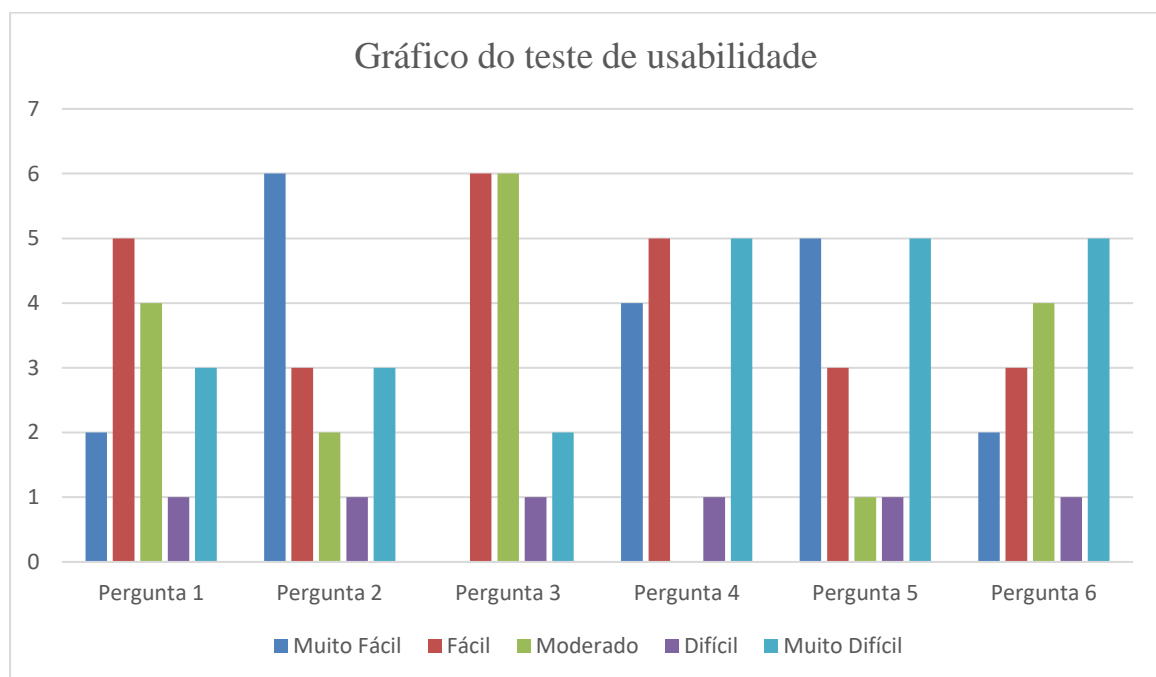


Figura 84 - Gráfico dos testes de usabilidade

7. Conclusão

O principal objetivo deste estágio, como foi referido inicialmente, é a reformulação de uma aplicação produzida por uma empresa externa. Esta aplicação tinha sido desenvolvida numa *framework cross-platform*. Após algum estudo feito à aplicação *Evollar* inicial foi sugerido que esta fosse inteiramente refeita passando a ser desenvolvida em ambientes de desenvolvimento com recursos próprios dos sistemas operativos para as quais as aplicações são publicadas., O motivo desta aplicação ser desenvolvida nativamente é o de algumas bibliotecas específicas de cada plataforma permitirem que o resultado do teste auditivo fosse mais assertivo. Depois destas mudanças de plataformas de desenvolvimento foram introduzidas algumas funcionalidades, nomeadamente a possibilidade de marcar um rastreio auditivo através da aplicação. Foi também desenvolvida uma loja dentro da aplicação que permite ao utilizador comprar alguns produtos relacionados com aparelhos auditivos (pilhas e produtos de limpeza). Esta funcionalidade não foi posta em produção por ainda não estar suficientemente testada.

Com esta aplicação desenvolvida em plataformas específicas de cada sistema operativo é mais simples continuidade e melhor as aplicações, nomeadamente, terminando o desenvolvimento da loja.

Um dos problemas desta aplicação e de todas as aplicações em que fazem um rastreio auditivo e de seguida apresentam um resultado com base no teste, é estarem demasiado dependentes dos periféricos utilizados no teste auditivo (auscultadores e *smartphone*). Assim, umas das soluções propostas como trabalho futuro, é através da aplicação fazer uma calibração para cada tipo de auscultador. Esta solução passaria por pedir ao utilizador que encostasse os auscultadores ao microfone do *smartphone* e lançar alguns sinais sonoros que fossem medidos pela aplicação. Com estes resultados pode ser possível ajustar uma calibração de modo a garantir que o resultado do teste fosse o mais correto possível.

Apesar da aplicação ter sido testada por um utilizador que tem perda de audição e a aplicação o ter confirmado com o resultado do teste não chega para afirmar que a aplicação é fidedigna no seu resultado. Por isso um dos trabalhos que deve ser feito futuramente é comparar estes resultados com testes especializados para saber o grau de fiabilidade destas aplicações móveis. Posteriormente comparar o grau de exatidão entre esta aplicação e a aplicação *Evollar* inicial.

Desenvolver uma aplicação, sozinho, com esta dimensão e saber que será continuada é uma grande motivação. Nestes meses de trabalho o cuidado em deixar o código claro e perceptível para outro programador conseguir dar continuidade a esta aplicação foi notório e foi evoluindo durante estes meses. Um dos pontos negativos foi a falta de informação inicial em não saber que esta aplicação iria ter outro *design*. Durante o desenvolvimento inicial houve uma grande preocupação em deixar os ecrãs parecidos à aplicação inicial, para meses depois haver um *design* completamente diferente e tudo ter que ser revisto novamente. Outro ponto negativo foi a falta de perfeccionismo/experiência da minha parte que levou a algumas alterações, nomeadamente, o uso de diferentes tamanhos de letras nos ecrãs e o tamanho dos botões.

Por fim, o balanço é positivo. Existe uma nova aplicação em produção para a plataforma *iOS* e para a plataforma *Android* que vai ao encontro do que foi sugerido inicialmente. Apesar de decidir sair da empresa, quero agradecer ainda à *Evollar* por tudo o que me foi disponibilizado durante estes meses de trabalho.

Bibliografia

- [1] J. BARCZIK e Y. C. Serpanos, “Accuracy of Smartphone Self-Hearing Test Applications Across Frequencies and Earphone Styles in Adults,” *American journal of audiology*, pp. 570-580, 2018.
- [2] G. M. Ribeiro e . M. F. Santos Figueiredo, “A importância da capacitação em saúde auditiva: uma revisão integrativa,” *Revista CEFAC*, 2014.
- [3] G. H. Saunders e D. E. Morgan, “Impact on hearing aid targets of measuring thresholds in dB HL versus dB SPL,” *International Journal of Audiology*, pp. 319-326, 2003.
- [4] [Online]. Available: <https://www.evollu.com/pt/index>. [Acedido em setembro 2019].
- [5] [Online]. Available: <https://www.nidcd.nih.gov/health/statistics/hearing-loss-increases-with-age>. [Acedido em 3 Setembro 2019].
- [6] 2019. [Online]. Available: <https://www.hear-it.org/Audiogram->.
- [7] [Online]. Available: <https://www.biap.org/en/component/content/article/65-recommendations/ct-2-classification/5-biap-recommendation-021-bis>. [Acedido em 20 Agosto 2019].
- [8] 2019. [Online]. Available: <https://advantageent.com/audiology-news/5-types-of-hearing-tests>.
- [9] [Online]. Available: <http://satoriwellness.com/getting-your-hearing-tested/>. [Acedido em 21 9 2019].
- [10] [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.it4you.dectone.gui.hearingtest>. [Acedido em 10 Julho 2019].

-
- [11] [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=mobile.eaudiologia>. [Acedido em 11 Julho 2019].
- [12] [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=io.mimi.ht>. [Acedido em 10 Julho 2019].
- [13] [Online]. Available: <https://www.amplifon.com/uk/online-hearing-test>. [Acedido em 10 Julho 2019].
- [14] [Online]. Available: <https://www.widex.pt/pt-pt/dificuldades-auditivas/sobre-perda-auditiva/teste-auditivo-online-ad>. [Acedido em 12 Julho 2019].
- [15] 2019. [Online]. Available: <https://www.scrum.org/>.
- [16] J. P. Pinto e C. Tscharf, SCRUM - A gestão ágil de projetos, 2019.
- [17] [Online]. Available: <https://www.scrum.org/resources/what-is-scrum>. [Acedido em 2019 setembro].
- [18] [Online]. Available: <https://medium.com/tilicholabs/a-brief-primer-on-agile-scrum-methodologies-2a2d05117529>. [Acedido em 6 Setembro 2019].
- [19] [Online]. Available: <http://www.scrumportugal.pt/scrums/>. [Acedido em 20 Setembro 2019].
- [20] [Online]. Available: <https://asana.com/pt>. [Acedido em 10 Setembro 2019].
- [21] [Online]. Available: <https://about.gitlab.com/>. [Acedido em 10 Agosto 2019].
- [22] [Online]. Available: <https://aimeos.org/>. [Acedido em 3 Agosto 2019].
- [23] [Online]. Available: <https://developer.paypal.com/developer/accounts/>. [Acedido em 10 Setembro 2019].
- [24] M. Fowler e J. Lewis, “Microservices a definition of this new architectural term,” 2019.

-
- [25] P. Di Francesco, P. Lago e I. Malavolta, “Architecting with microservices: A systematic mapping study,” *ournal of Systems and Software*, 2019.
- [26] B. Shackel, “Usability – Context, framework, definition, design and evaluation,” *Interacting with Computers*, vol. 21, n° 339-346, 2009.
- [27] [Online]. Available: <https://developer.android.com/studio>. [Acedido em 10 Setembro 2019].
- [28] [Online]. Available: <https://developer.android.com/about/versions/marshmallow/android-6.0>. [Acedido em 20 Setembro 2019].
- [29] [Online]. Available: <https://developer.android.com/about/dashboards>. [Acedido em 20 Setembro 2019].
- [30] [Online]. Available: <https://developer.apple.com/xcode/>. [Acedido em 10 Setembro 2019].
- [31] [Online]. Available: <https://developer.apple.com/support/app-store/>. [Acedido em 20 Setembro 2019].
- [32] P. R. M. d. Andrade e A. B. Albuquerque, “Cross platform app: a comparative study,” *arXiv preprint arXiv*, 2015.
- [33] E. D. Prezotto e B. B. Boniati, “Estudo de frameworks multiplataforma para desenvolvimento de aplicações mobile híbridadas,” *Anais do EATI*, pp. 72-79, 2014.
- [34] [Online]. Available: <https://medium.com/@FilipeFNunes/android-mvc-x-mvp-x-mvvm-qual-pattern-utilizar-parte-1-3defc5c89afd>. [Acedido em setembro 2019].
- [35] [Online]. Available: <https://developer.android.com/reference/android/os/Messenger>. [Acedido em 20 Agosto 2019].
- [36] [Online]. Available: <https://cocoapods.org/>. [Acedido em 18 Agosto 2019].

-
- [37] 2019. [Online]. Available: <https://material.io/components/bottom-navigation/>.
- [38] [Online]. Available: <https://github.com/shrikanth7698/Collapsible-Calendar-View-Android>. [Acedido em 20 Agosto 2019].
- [39] [Online]. Available: <https://github.com/patchthecode/JTAppleCalendar>. [Acedido em 10 Agosto 2019].
- [40] [Online]. Available: <https://magento.com/>. [Acedido em 2 Agosto 2019].
- [41] [Online]. Available: <https://developer.apple.com/documentation/uikit/uitableview>. [Acedido em 20 Agosto 2019].
- [42] K. Bittner , Use case Modeling, 2002.
- [43] [Online]. Available: <https://www.android.com/versions/pie-9-0/>. [Acedido em 20 Setembro 2019].
- [44] [Online]. Available: <https://developer.android.com/reference/java/util/Observer>. [Acedido em 20 Julho 2019].

Anexos

Anexo A. Mockups da aplicação Evollu



Figura 85 - Mockup abertura aplicação



Figura 86 - Mockup página inicial



Figura 87 - Mockup informação do teste

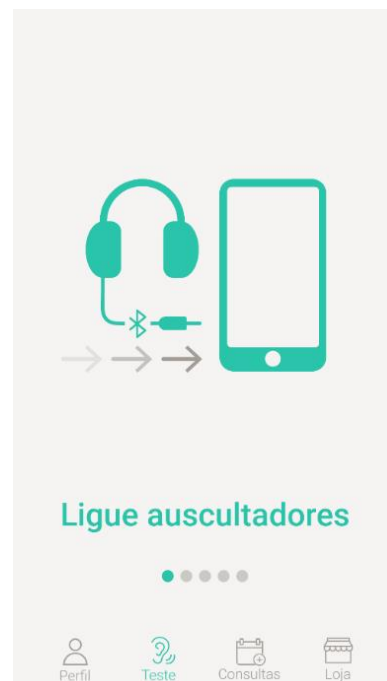


Figura 88 - Mockup requisito auscultadores



Figura 89 - Mockup seleção auscultadores



Figura 90 - Mockup requisito volume

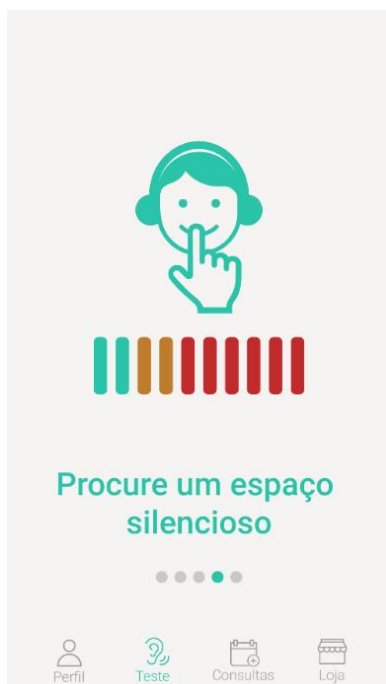


Figura 91 - Mockup requisito silêncio



Figura 92 - Mockup começar teste

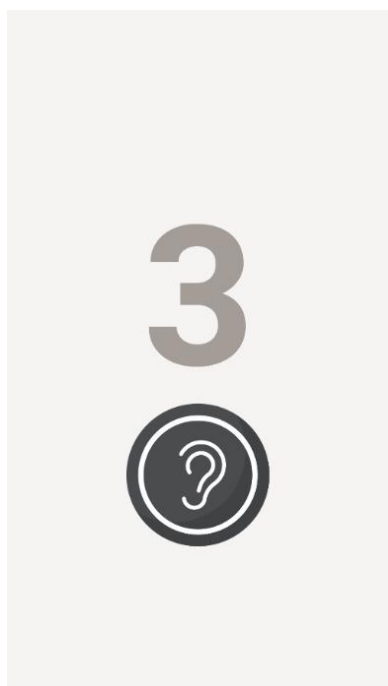


Figura 93 - Mockup contagem 3

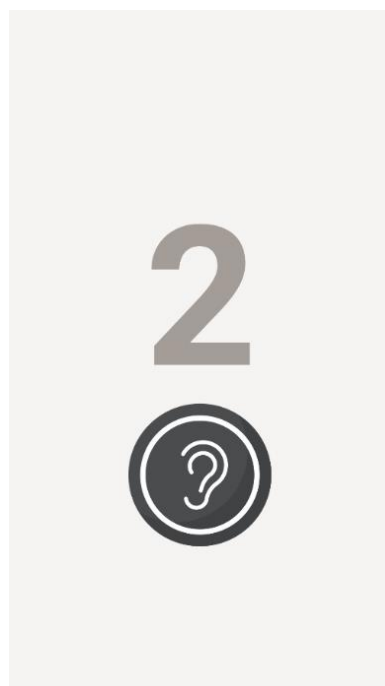


Figura 94 - Mockup contagem 2

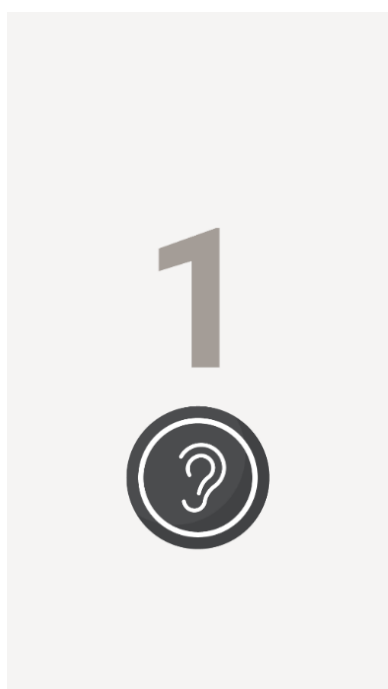


Figura 95 - Mockup contagem 1

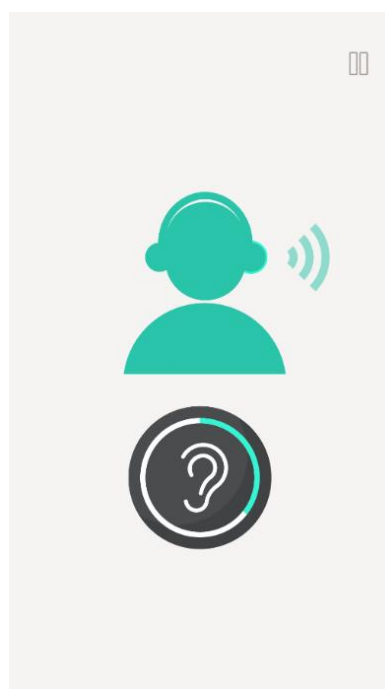


Figura 96 - Mockup teste

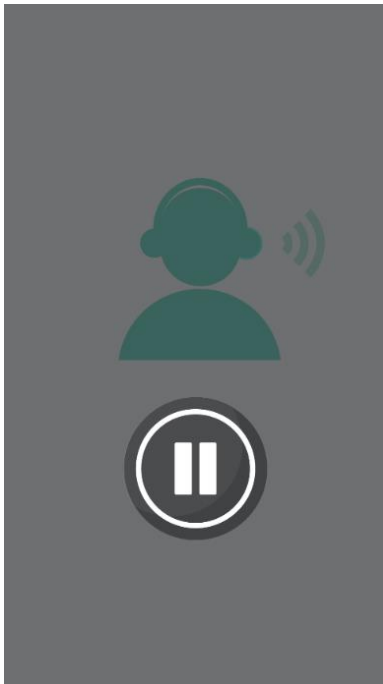


Figura 97 - Mockup teste parado

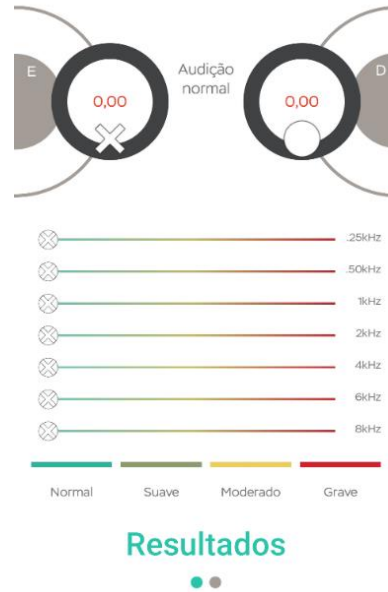


Figura 98 - Mockup resultado teste (gráfico)



Figura 99 - Mockup resultado teste (textual)



Figura 100 - Mockup login



Figura 101 - Mockup registo



Figura 102 - Mockup perfil

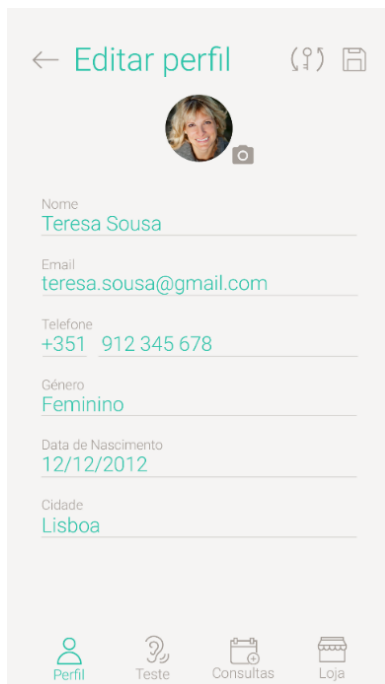


Figura 103 - Mockup edição perfil



Figura 104 - Mockup lista de instalações