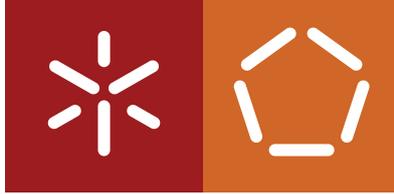


Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

Pedro Miguel Queirós Gomes

**Aplicação mobile para gestão e Telemonitorização
de hipertensos e diabéticos**

November 2022



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

Pedro Miguel Queirós Gomes

**Aplicação mobile para gestão e Telemonitorização
de hipertensos e diabéticos**

Master dissertation
Integrated Master's in Informatics Engineering

Dissertation supervised by
António Manuel Nestor Ribeiro

November 2022

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

LICENÇA CONCEDIDA AOS UTILIZADORES DESTE TRABALHO:



CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

A G R A D E C I M E N T O S

Quero agradecer, em primeiro lugar, a todos as pessoas que, direta ou indiretamente, apoiaram-me durante o meu percurso académico e tornaram possível a realização desta dissertação de mestrado.

Em particular quero agradecer ao meu orientador, o professor António Manuel Nestor Ribeiro, que me indicou sempre boas ideias e pelo apoio prestado durante todo o percurso. Quero também agradecer à Altice Labs, que propôs o tema, em especial à engenheira Telma Mota, que me acolheu e ajudou durante o meu estágio e também pela formação que me transmitiu. Quero também agradecer à Universidade do Minho e a todos os seus funcionários pelos 5 anos de aprendizagens e de crescimento a nível pessoal e profissional.

Por último, mas não menos importante, quero agradecer à minha família, aos meus pais e à minha irmã, e a todos os meus amigos pelo apoio incondicional que deram à minha vida pessoal e académica e que sem eles não era possível concluir esta dissertação de mestrado e chegar a onde cheguei.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

ABSTRACT

Currently, the chronic diseases of hypertension and diabetes have a huge prevalence not only in Portugal but also in Europe, which leads to the need to develop mechanisms that allow greater control of the health condition of chronic patients with hypertension or diabetes. With this need to increase management control, mobile applications are presented as a solution to improve the management and monitoring of the health condition of chronically ill patients. Due to their mobility and connectivity with medical devices, they are increasingly positioned as the most complete answer that users can turn to better manage their health condition. However, existing applications are mostly manual control or are dependent on a specific medical device. It was in this context that Altice Labs proposed this dissertation.

Thus, the purpose of this dissertation is to develop a *mobile* application for the management and monitoring of hypertensive and diabetic patients, in order to allow greater efficiency in the management and telemonitoring of the chronic diseases of hypertension and diabetes. The application must be integrated with the SmartAL platform by Altice Labs and allow the user to easily and intuitively record vital signs and daily activity, as well as food.

After carrying out studies on hypertension and diabetes and carrying out an extensive analysis of the market for *mobile* applications, the application was developed according to the proposed objectives, having been validated through a pilot test with an end user. In the conclusion, a reflection is carried out on the work carried out, the results obtained and the future work.

KEYWORDS hypertension, diabetes, management, monitoring, application.

RESUMO

Atualmente as doenças crónicas da hipertensão e diabetes tem uma prevalência enorme não só em Portugal como na Europa, o que leva a que seja necessário desenvolver mecanismos que permitam um maior controlo da condição de saúde do doente crónico com hipertensão ou diabetes. Com essa necessidade de aumentar o controlo da gestão, as aplicações móveis apresentam-se como solução para melhorar a gestão e monitorização da condição de saúde de doentes crónicos. Devido à sua mobilidade e conectividade com dispositivos médicos cada vez mais se posicionam como a resposta mais completa que os utilizadores podem recorrer para melhorar a gestão da sua condição de saúde. No entanto, as aplicações existentes apresentam um controlo principalmente manual ou estão dependentes de um dispositivo médico específico. Foi neste âmbito que a Altice Labs propôs a presente dissertação.

Deste modo, a proposta da presente dissertação tem como objetivo o desenvolvimento de uma aplicação *mobile* para a gestão e monitorização de hipertensos e diabéticos, de forma a permitir uma maior eficácia na gestão e telemonitorização das doenças crónicas da hipertensão e diabetes. A aplicação deve ser integrada com a plataforma SmartAL da Altice Labs e permitir que o utilizador registe de forma fácil e intuitiva os sinais vitais e a sua atividade diária assim como a sua alimentação.

Após efetuar estudos sobre a hipertensão e diabetes e realizar uma análise extensiva ao mercado de aplicações *mobile*, desenvolveu-se a aplicação de acordo com os objetivos propostos, tendo sido validada através de um teste piloto com um utilizador final. Na conclusão, é realizada uma reflexão sobre o trabalho realizado, os resultados obtidos e o trabalho futuro.

PALAVRAS-CHAVE hipertensão, diabetes, gestão, monitorização, aplicação.

CONTEÚDO

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Enquadramento e Motivação	3
1.2	Objetivos	4
1.3	Incidência das doenças crónicas	5
1.4	Importância da Telemonitorização	5
1.5	Contexto SmartAL	6
1.6	Estrutura da dissertação	7
2	ESTADO DA ARTE	9
2.1	Doenças crónicas	9
2.1.1	Hipertensão	9
2.1.2	Diabetes	11
2.2	Telemedicina e telemonitorização	14
2.3	Análise de aplicações	19
2.3.1	OneTouch Reveal	19
2.3.2	Glucose Buddy	20
2.3.3	MySugr	20
2.3.4	Diabetes:M	20
2.3.5	FreeStyle LibreLink-PT	21
2.3.6	My heart	21
2.3.7	Diário de Pressão Arterial	21
2.3.8	Qardio	22
2.3.9	Instant Heart rate	22
2.3.10	Blood Pressure Tracker	22
2.3.11	Mapa comparativo de funcionalidades	23
3	CASOS DE USO	26
3.1	Autenticação de utilizadores	26
3.2	Registo dos sinais vitais e da atividade	27
3.3	Registo da nutrição	31
3.4	Visualização gráfica de registos de sinais vitais e da rotina	34
3.5	Estatísticas dos registos efetuados	36

3.6	Objetivos diários	38
4	ARQUITETURA	41
4.1	Representação de alto nível	41
4.2	Framework e linguagem de programação	42
4.3	API de acesso aos módulos externos	43
4.4	Modelo de Dados	43
4.5	Análise da integração da aplicação mobile SmartAL	44
5	DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO MÓVEL	46
5.1	Estrutura do projeto	46
5.2	Processo de desenvolvimento	47
5.3	Implementação dos requisitos funcionais	49
5.3.1	Registo dos sinais vitais e da atividade	49
5.3.2	Registo da nutrição	53
5.3.3	Consultar gráficos e estatísticas dos registos de medições	60
5.3.4	Objetivos diários	64
5.4	Testes unitários	68
5.5	Teste piloto com utilizador final	70
6	CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO	72
6.1	Conclusões	72
6.2	Trabalho Futuro	75
I	ANEXOS	
A	CASOS DE USO — REGISTO DOS SINAIS VITAIS E DA ATIVIDADE	82
B	CASOS DE USO — REGISTO DA NUTRIÇÃO	88

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Objetivos da dissertação	4
Figura 2	Mapa comparativo de aplicações mobile para diabéticos	23
Figura 3	Numero de funcionalidades em aplicações para diabéticos	24
Figura 4	Mapa comparativo de aplicações mobile para hipertensos	24
Figura 5	Numero de funcionalidades em aplicações para hipertensos	25
Figura 6	Diagrama de use case “Autenticação de utilizadores”	26
Figura 7	Requisito funcional “registar utilizador”	27
Figura 8	Requisito funcional “início de sessão do utilizador”	27
Figura 9	Diagrama de use case “Registo dos sinais vitais e da atividade”	28
Figura 10	Requisito funcional “adicionar nível de glicose”	29
Figura 11	Requisito funcional “adicionar frequência cardíaca”	30
Figura 12	Requisito funcional “adicionar insulina aplicada”	30
Figura 13	Diagrama de use case “Registo da nutrição”	31
Figura 14	Requisito funcional “adicionar macronutrientes”	32
Figura 15	Requisito funcional “pesquisar nutrição de alimentos”	33
Figura 16	Requisito funcional “pesquisar receitas de alimentos”	33
Figura 17	Diagrama de use case “Visualização gráfica de registos de sinais vitais e da rotina”	34
Figura 18	Requisito funcional “consultar gráfico 2D”	35
Figura 19	Requisito funcional “consultar gráfico tempo no alvo”	35
Figura 20	Requisito funcional “consultar gráfico da média dos registos durante o dia”	36
Figura 21	Diagrama de use case “Estatísticas dos registos efetuados”	37
Figura 22	Requisito funcional “consultar estatísticas sobre os registo realizados”	37
Figura 23	Requisito funcional “consultar tendência dos valores de uma medição”	38
Figura 24	Requisito funcional “calcular glicose média estimada”	38
Figura 25	Diagrama de use case “Estatísticas dos registos efetuados”	39
Figura 26	Requisito funcional “consultar objetivos diários”	39
Figura 27	Requisito funcional “editar objetivos diários”	40
Figura 28	Representação de alto nível da solução	41
Figura 29	Visão geral da arquitetura do Flutter (Flutter (2022))	42
Figura 30	Modelo de dados de receitas	44
Figura 31	Mapa funcional da aplicação mobile SmartAL	45
Figura 32	Estrutura do projeto	46

Figura 33	Mockups	48	
Figura 34	Guia de estilos	48	
Figura 35	Registo dos sinais vitais e da atividade	49	
Figura 36	Adicionar nível de glicose	50	
Figura 37	Adicionar frequência cardíaca	50	
Figura 38	Adicionar insulina aplicada	51	
Figura 39	Adicionar tensão arterial	51	
Figura 40	Adicionar hemoglobina glicada	52	
Figura 41	Adicionar cetonas	52	
Figura 42	Registo da nutrição	53	
Figura 43	Adicionar macronutrientes e calorias manualmente	54	
Figura 44	Adicionar macronutrientes e calorias automaticamente	54	
Figura 45	Algoritmo de tensorflow	55	
Figura 46	Pesquisar nutrição de alimentos manualmente	56	
Figura 47	Menu de confirmação dos macronutriente e calorias	56	
Figura 48	Pesquisa de alimentos via código de barras	57	
Figura 49	Leitor de código de barras	57	
Figura 50	Adicionar alimentos aos favoritos	57	
Figura 51	Criar e editar receitas de alimentos	58	
Figura 52	Pesquisar receitas de alimentos	59	
Figura 53	Adicionar receitas aos favoritos	59	
Figura 54	Calcular bolus da insulina	60	
Figura 55	Consultar gráficos e estatísticas dos registos de medições	61	
Figura 56	Consultar gráfico 2D	62	
Figura 57	Consultar estatísticas sobre os registos realizados	62	
Figura 58	Consultar gráfico tempo no alvo	63	
Figura 59	Gráfico da média diária	63	
Figura 60	Consultar tendência dos valores de uma medição	64	
Figura 61	Objetivos diários	64	
Figura 62	Objetivos diários - Glicose	65	
Figura 63	Objetivos diários - Calorias	65	
Figura 64	Objetivos diários - Atividade	66	
Figura 65	Objetivos diários - Passos	66	
Figura 66	Objetivos diários - Sono	67	
Figura 67	Editar objetivos diários	67	
Figura 68	Teste calcular bolus da insulina	68	
Figura 69	Teste calcular glicose média estimada	68	
Figura 70	Teste calcular macronutrientes da pesquisa de alimentos	69	

Figura 71	Teste calcular macronutrientes de receitas de alimentos	69
Figura 72	Resultado dos testes unitários	70
Figura 73	Objetivos da dissertação	73
Figura 74	Mapa funcional das aplicações analisadas com a solução desenvolvida	74
Figura 75	Mapa funcional das aplicações analisadas com a solução desenvolvida	74
Figura 76	Requisito funcional “adicionar oxigénio no sangue”	82
Figura 77	Requisito funcional “adicionar tensão arterial”	83
Figura 78	Requisito funcional “adicionar medicação tomada”	84
Figura 79	Requisito funcional “adicionar hemoglobina glicada (HbA1c)”	84
Figura 80	Requisito funcional “adicionar cetonas”	85
Figura 81	Requisito funcional “adicionar atividade física”	85
Figura 82	Requisito funcional “adicionar passos”	86
Figura 83	Requisito funcional “adicionar peso”	86
Figura 84	Requisito funcional “consultar histórico de eventos”	87
Figura 85	Requisito funcional “criar receitas de alimentos”	88
Figura 86	Requisito funcional “editar receitas de alimentos”	89
Figura 87	Requisito funcional “adicionar alimentos aos favoritos”	89
Figura 88	Requisito funcional “adicionar receitas aos favoritos”	90
Figura 89	Requisito funcional “calcular bolus de insulina”	90

LISTA DE TABELAS

INTRODUÇÃO

O presente documento descreve a conceção, a análise e o desenvolvimento de um módulo para uma aplicação móvel que visa a gestão e telemonitorização de doentes diabéticos e hipertensos.

O projeto surgiu no âmbito da Dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Informática da Universidade do Minho (UM) e foi proposto pela Altice Labs. Este capítulo introdutório é dividido em seis secções. Inicialmente é apresentado o enquadramento bem como a principal motivação que levou à realização deste trabalho (secção 1.1). A secção seguinte (1.2) inclui os principais objetivos e desafios propostos. De seguida apresenta-se a problemática das doenças crónicas (secção 1.3) e a importância da telemonitorização (Secção 1.4) neste contexto. Depois apresenta-se o produto da Altice Labs, SmartAL, e o respetivo contexto em que o módulo da aplicação móvel foi concebido e desenvolvido (secção 1.5). Por fim, apresenta-se a estrutura do presente documento (secção 1.6).

1.1 ENQUADRAMENTO E MOTIVAÇÃO

A área de eHealth, mais especificamente da telemedicina, tem crescido, com a necessidade de, por um lado, aliviar as instituições de saúde e racionalizar os seus recursos e, por outro, melhorar a qualidade de vida de pessoas que precisam de acompanhamento médico remoto, ocasional ou permanente. A população na Europa tem vindo a envelhecer (Pena (2022)), tal como a incidência das doenças crónicas (Lifestyle/Lusa (2022)) e, por isso, é essencial, apostar mais na prevenção e nos cuidados continuados.

Entre as doenças crónicas mais comuns, com mais prevalência e que causam mais mortalidade estão a obesidade, a hipertensão e a diabetes, que infelizmente em muitos casos estão correlacionadas e ocorrem em simultâneo (comorbidades), sobretudo com o avançar da idade. Em particular, a hipertensão arterial (HTA) atinge cerca de 1,13 mil milhões de pessoas em todo o mundo (ufpel (2022)), sendo a principal causa de acidentes cardiovasculares e cerebrais. A obesidade, só em Portugal, afeta 1,5 milhões de pessoas (Silva (2022)) e a diabetes, (estima-se), cerca de 1 milhão de pessoas (Paula Rebelo (2022)). Portanto, é necessário intensificar o apoio a estas pessoas, melhorar a gestão dos serviços de saúde e, ao mesmo tempo, garantir mais eficiência e conforto no tratamento.

Através da telemedicina, e em particular da telemonitorização clínica, consegue-se melhorar a autonomia do doente e a gestão do seu estilo de vida. No geral, consegue-se também melhorar os valores dos sinais vitais e a adesão na toma de medicação, cuja manutenção é atualmente um problema porque as doenças crónicas

levam muitas vezes ao cansaço e à desistência por parte dos doentes. Deste modo, a telemonitorização pode-se efetuar de forma tradicional, através de medições manuais e do contacto telefónico com os doentes, mas cada vez mais, usam-se meios informáticos para o fazer, que passam pelo uso de aplicações e dispositivos capazes de comunicarem remotamente com a cloud e com plataformas de tratamento de dados, dando assim oportunidade aos profissionais de saúde de acompanharem em tempo real os seus doentes.

No entanto, apesar de existirem muitas aplicações no mercado que ajudam o doente, a gerir diariamente as suas medições, a sua atividade física e a sua alimentação, estas ainda são na sua grande maioria de controlo manual e/ou dependentes de um dispositivo específico.

1.2 OBJETIVOS

Tendo em conta o contexto apresentado, esta dissertação tem o objetivo principal de conceber e desenvolver uma aplicação que permita melhorar a gestão e a monitorização das rotinas diárias do doente diabético/hipertenso e que ajude, para além do próprio doente, os seus cuidadores (formal e/ou informal) a prevenirem situações de risco.

Deste modo, foram definidos com maior detalhe os seguintes objetivos, apresentados na Figura 1:

Objetivo
Conceber e desenvolver um módulo que integre a aplicação mobile SmartAL às necessidades de diabéticos e hipertensos.
Compatível com os sistemas operativos Android e iOS e integrada com o servidor SmartAL.
Registo dos sinais vitais e da atividade física (manual/automático)
Registo da nutrição (manual/automático)
Visualizar os registos de forma fácil e intuitiva.

Figura 1: Objetivos da dissertação

Em suma, este projeto tem como objetivo conceber e desenvolver um módulo que integre a aplicação móvel do SmartAL às necessidades específicas de doentes diabéticos e hipertensos. Deve ser compatível com os sistemas operativos Android e iOS e efetuar a comunicação com o servidor SmartAL. Deve poder recolher os dados necessários (e.g. glicemia, nutrição) de forma manual ou automática (via dispositivos clínicos Bluetooth e identificação dos alimentos) e permitir visualizá-los de forma fácil e intuitiva, criando mais-valias sob a forma de conhecimento para os utilizadores diabéticos e hipertensos.

1.3 INCIDÊNCIA DAS DOENÇAS CRÓNICAS

As doenças crônicas são definidas, de forma geral, como doenças que duram pelo menos um ano, requerem monitorização médica contínua e frequentemente limitam as atividades do dia a dia. Comportamentos de risco, como o consumo de tabaco, má alimentação, inatividade física e excesso de álcool estão associados às doenças crônicas comuns. Aliando comportamentos de risco ao aumento da expectativa de vida leva a que a prevalência das doenças crônicas seja cada vez maior.

Em 2018, nos Estados Unidos da América, 51,8% (129 milhões) da população civil adulta não institucionalizada foi diagnosticada com pelo menos 1 de 10 doenças crônicas (artrite, cancro, doença pulmonar obstrutiva crónica, doença coronária, asma, diabetes, hepatite, hipertensão, acidente vascular cerebral e insuficiência renal). Mais especificamente, 24,6% (61 milhões) dos adultos tinham uma condição crónica e 27,2% (68 milhões) tinham duas ou mais. (Boersma et al. (2020)).

Segundo o último estudo efetuado pelo Instituto Nacional Ricardo Jorge em 2015, 3,9 milhões de portugueses reportaram sofrer de pelo menos uma doença crónica, sendo que as mais frequentes nos homens foram a hipertensão, o colesterol elevado, as alergias, a diabetes e a dor crónica. Nas mulheres, as doenças crónicas mais frequentes são também a hipertensão, o colesterol elevado e as alergias, mas acrescentam-se a elas a artrose e a depressão (Jorge (2019)).

Em particular, a incidência da diabetes está a aumentar em todo o mundo. Em 2000, eram estimados cerca de 151 milhões de diabéticos, no entanto, em 2009 o número já tinha crescido para 285 milhões e em 2020 a estimativa era de 463 milhões. A IDF (International Diabetes Federation) prevê que existirão 578 milhões de adultos com diabetes em 2030 e 700 milhões em 2045 (Atlas (2021)).

Por seu lado, em relação à doença crónica mais comum, a hipertensão, o número de pessoas que sofrem dela em todo o mundo, (com idades compreendidas entre os 30 e os 79 anos), duplicou de 1990 a 2019, de 331 milhões de mulheres e 317 milhões de homens, passou para 626 milhões de mulheres e 652 milhões de homens em 2019 (Zhou et al. (2021)).

1.4 IMPORTÂNCIA DA TELEMONTORIZAÇÃO

As doenças crônicas exigem acompanhamento por parte dos profissionais de saúde e a telemonitorização pode ajudar a melhorar e otimizar os cuidados prestados, assim como a dar mais autonomia e segurança ao doente e aos seus cuidadores.

A telemonitorização é definida como o uso de tecnologia de informação para acompanhar pacientes à distância. É utilizada para prestar apoio a utentes que necessitam de assistência, integrando-a nos seus cuidados de modo a obter uma melhor qualidade de vida. Com o aumento da prevalência de doenças crônicas graves (complex chronic conditions CCC) a importância da telemonitorização tem vindo a crescer, e, exemplo disso, são os hospitais que progressivamente a começam a usar para gerir não só doenças crônicas complexas, mas também recuperação pós-operatória, e insuficiências cardíacas e respiratórias, entre outras. Da mesma forma, a adesão por parte dos pacientes parece estar em crescimento, um estudo efetuado em 2020 (Gordon et al. (2020))

verificou que pessoas com insuficiência cardíaca fizeram medições em 76,6% (141/184) dos dias, os diabéticos em 72% (19/26) e os hipertensos em 55% (29/52) dos dias. Noutro estudo semelhante (Andrès et al. (2019)), os participantes mostraram interesse e compreensão das mais-valias da telemonitorização na melhoria efetiva da sua qualidade de vida. Em particular, nos pacientes diabéticos a monitorização exibiu melhores resultados que os cuidados normais, especificamente:

1. no controlo do índice glicémico (diferença da média ponderada: $-0,22\%$; IC 95%, $-0,28$ — $0,15$; $p < 0,001$)
2. na redução da pressão arterial sistólica e diastólica ($p < 0,001$).
3. na redução do risco de hipoglicemia (-0.42 ; 95% CI = 0.29 — 0.59 ; I2 = 32%; $p < 0,00001$).
4. no controlo dos níveis de colesterol.

A reforçar estas conclusões, estudos realizados em 2017 sobre uma amostra de 1521 pacientes com hospitalização recente por insuficiência cardíaca, em que metade recebeu acompanhamento tradicional e a outra metade monitorização telefónica, estes últimos apresentaram melhorias nos sintomas e na função social, em comparação com os restantes (Jayaram et al. (2017)).

Num estudo em particular, que ocorreu nos Países Baixos em 2018, 38% (28/73) dos hospitais ofereceram acompanhamento domiciliário ou telemonitorização para mulheres com complicações na gravidez e, em resultado disso, as entrevistadas reportaram várias vantagens, como a redução de stress, o aumento do tempo de descanso e a redução de internamentos e custos hospitalares (van den Heuvel et al. (2020)).

Em suma, a telemonitorização parece ter impacto positivo na vida dos pacientes, assim como na das instituições e globalmente no sistema de saúde de cada país. Um estudo feito em 2021 no sistema nacional de saúde Inglês (NHS) comparou os gastos dos hospitais em pacientes registados num modelo digital de atendimento permanente, com os restantes pacientes registados no modelo tradicional na North West London Collaboration of Clinical Commissioning Groups. Os gastos em cuidados por paciente (ajustados tendo em conta idade, sexo e situação de carência financeira) no modelo digital no ano fiscal 2018/2019 foram 12%, 31%, e 54% menores e no ano fiscal 2019/2020 foram 15%, 35% e 51% menores do que a média da região. Assim sendo, conclui-se que pacientes com acesso a cuidados primários, com acesso digital 24 horas por dia, 7 dias por semana, levam a custos hospitalares significativamente mais baixos (Winward et al. (2021)).

1.5 CONTEXTO SMARTAL

Neste contexto, a Altice Labs desenvolveu o SmartAL (Labs (2022)), uma solução de *assisted living* focada na simplificação e na promoção dos cuidados de saúde, bem como no apoio social e na melhoria das condições de autonomia e segurança dos utilizadores.

É uma aplicação interativa que permite a gestão, o controlo e a visualização de todos os serviços de saúde subscritos pelo utilizador, como a medição de sinais vitais (e.g peso, tensão arterial, pulsação, glicemia, ou o registo da toma de medicação) auxiliando desta forma toda a atividade do dia-a-dia do doente, indo ao encontro

das necessidades tanto dos pacientes, como de instituições de saúde ou de apoio social. Proporciona serviços de *e-care* para pessoas em condições de fragilidade, facilitando o apoio diário, nomeadamente a pessoas que sofram de doenças crónicas, idosos, pessoas sozinhas e/ou isoladas, doentes em recuperação de cirurgias ou em qualquer outro estado clínico que exija cuidados que possam ser prestados remotamente.

Toda a informação de saúde do utente é guardada digitalmente, garantindo privacidade e segurança, tendo em mente as normas atuais de registos eletrónicos de saúde (*Electronic Health Records*). Desta forma, é possível partilhar de forma segura dados clínicos entre instituições e profissionais de saúde, para melhor gestão da qualidade de vida do utente.

O acesso ao SmartAL é feito de forma segura, através de diversas interfaces gráficas com possibilidade de serem personalizadas. As interfaces existentes são diversificadas e são as seguintes:

- Interface televisão integrada no serviço IPTV - permite ao utente MEO aceder à aplicação quando está em casa. Tem como principais funcionalidades a realização de novas medições, visualização do histórico de saúde, preenchimento de questionários e visualização de vídeos de ajuda.
- Interface Android TV – oferece ao utente funcionalidades semelhantes à interface IPTV, com a possibilidade acrescida de usar NLU (Natural Language Understanding).
- Interface móvel - focada em cenário de mobilidade permite a utentes e cuidadores a realização e visualização de medidas, execução de tarefas diárias, teleconsultas, anexação de ficheiros e fotos, receção de alertas e notificações, para além das já referidas na interface de TV.
- Interface web - focada no cenário de gestão e no acesso total à informação permite, para além das funcionalidades já referidas nas outras interfaces, e dependendo do perfil (administrador de instituição, administrativo, cuidador, instalador, voluntário e utente), o acesso à gestão de utilizadores e de dispositivos, a gestão de tarefas e o acesso à ficha clínica completa do utente.

No entanto, a plataforma SmartAL não é focada para utilizadores com doenças crónicas como a diabetes e hipertensão, principalmente as *interfaces* do utilizador apresentadas anteriormente. A aplicação *mobile*, em específico, não está adaptada as necessidades de hipertensos e diabéticos e não oferece a mesma qualidade na gestão da diabetes e hipertensão quando comparada com aplicações existentes no mercado, especificamente desenvolvidas para a gestão e monitorização da diabetes ou hipertensão. É neste contexto que a presente dissertação se posiciona, devido à necessidade de adaptar a aplicação *mobile* do SmartAL às necessidades de diabéticos e hipertensos. Visto isto, o trabalho a desenvolver na presente dissertação passa por adaptar e adicionar funcionalidades à aplicação *mobile* do SmartAL de modo que a mesma satisfaça as necessidades dos doentes crónicos com diabetes e hipertensão.

1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está estruturada em seis capítulos.

No primeiro capítulo, a Introdução, é efetuado o enquadramento, sendo apresentada a motivação, os objetivos e os desafios da dissertação.

No Capítulo 2, o Estado da Arte, é apresentado o contexto da hipertensão e diabetes, incluindo a definição, gestão e tratamento e os dispositivos médicos necessários para a gestão da doença. Além disso, é efetuada uma abordagem à importância da telemedicina e telemonitorização no controlo da diabetes e hipertensão e qual o papel da utilização de aplicações *mobile*. Por último, é efetuada uma análise as aplicações existentes no mercado.

No Capítulo 3, Casos de Uso, são apresentados os requisitos funcionais da aplicação, incluindo descrição, motivação e exemplos de cenários reais.

No Capítulo 4, Arquitetura, é apresentado o design da aplicação *mobile*, expondo inicialmente uma representação de alto nível da arquitetura. De seguida, é efetuado a um estudo sobre as tecnologias necessárias para desenvolver a aplicação, sendo apresentado o modelo de dados e os *endpoints* utilizados pela aplicação *mobile*. Por último, é realizada uma análise da integração da aplicação *mobile* SmartAL às necessidades de diabéticos e hipertensos.

O Capítulo 5, Implementação, começa por apresentar a estrutura do projeto, o processo de desenvolvimento e a implementação dos requisitos funcionais. De seguida, são efetuados testes unitários à aplicação desenvolvida e por fim, é apresentado um teste piloto efetuado com um utilizador final.

Para finalizar, no Capítulo 6, Conclusões, é apresentado um resumo do trabalho efetuado, os objetivos alcançados e o trabalho futuro a realizar.

ESTADO DA ARTE

Este capítulo descreve as doenças crônicas, relevantes para esta dissertação, hipertensão e diabetes. De seguida, é apresentado o estado de arte da telemedicina e da telemonitorização, sendo efetuado um levantamento dos últimos estudos sobre ambas, incluindo a funcionalidade e utilidade das aplicações móveis no contexto de cada doença crónica. Por fim, é feito um breve estudo de mercado sobre as aplicações existentes, sendo apresentado um mapa comparativo das principais funcionalidades dessas aplicações.

2.1 DOENÇAS CRÓNICAS

As doenças crônicas estudadas no presente documento são a hipertensão e a diabetes. Começa-se por fazer uma introdução de cada doença, descreve-se sucintamente como são geridas e tratadas atualmente e por fim são apresentados os dispositivos médicos utilizados.

2.1.1 Hipertensão

A hipertensão caracteriza-se por uma pressão sanguínea excessiva na parede das artérias que ocorre de forma continuada em estado de repouso. Neste estado, o coração tem de fazer mais esforço do que o normal, podendo criar complicações de saúde adicionais.

Existem dois tipos de hipertensão arterial (sns24 (2021)):

- Primária ou essencial — é a mais frequente, não é conhecida a causa, e é normalmente desenvolvida à medida que a idade avança. Fatores como o consumo excessivo de sal, a obesidade e o stress podem facilitar o seu progresso.
- Secundária — tem como causa outra condição médica ou o uso de certos medicamentos. É ocasional e normalmente melhora depois da condição de saúde que a provoca ser tratada ou quando é terminada a toma da medicação.

A pressão arterial consiste na força que é exercida nas paredes das artérias pelo sangue durante a circulação. Varia de pessoa para pessoa, aumenta com o avançar da idade e resulta em duas medições:

- Sistólica / máxima — acontece primeiro e mede a força com que o coração se contrai e bombeia o sangue do seu interior para as artérias

- Diastólica / mínima — é o segundo valor e mede a pressão quando o coração relaxa a cada batimento

Gestão e tratamento

A hipertensão, apesar de ser uma ameaça silenciosa porque não provoca dor nem apresenta outros sintomas, é uma doença crónica que deve ser controlada com a adoção de um estilo de vida saudável e medicação. Dada a sua elevada prevalência, a Sociedade Europeia de Hipertensão (SEH) e a Sociedade Europeia de Cardiologia (SEC) têm o seguinte conjunto de guias para o tratamento e gestão da hipertensão (Bakris et al. (2019)):

- Uso mais alargado da monitorização da pressão arterial em casa para confirmar diagnóstico
- Administração inicial de um único comprimido como primeiro tratamento
- Mais atenção ao detalhe na medição da pressão arterial
- Deteção de fraca adesão ao tratamento
- Restrição de betabloqueadores em pacientes com comorbidades ou condições médicas agravantes
- Telemonitorização da pressão arterial e recomendação de soluções digitais durante o acompanhamento

Além das guias referidas, o American College of Cardiology e a American Heart Association realçam a mudança do estilo de vida como principal medida de prevenção e tratamento da hipertensão. Algumas das modificações no estilo de vida recomendadas são as seguintes:

- Atividade física que inclui aeróbica (90 – 150 min/semana), resistência dinâmica (90 – 150 min/semana) e resistência isométrica (4 séries de 2 minutos com 1 minuto de descanso 3 sessões por semana)
- Dieta saudável rica em vegetais, fruta, cereais integrais e produtos com pouca gordura saturada e total
- Perda de peso, com o objetivo de atingir o peso corporal ideal
- Reduzir consumo de sódio, com o objetivo de consumir < 1500 mg/dia
- Aumentar consumo de potássio, com o objetivo de 3500 – 5000 mg/dia
- Moderar o consumo de álcool, no caso dos homens < 2 bebidas / dia e nas mulheres < 1 bebida / dia

Por fim, os valores-alvo da pressão arterial para pacientes com hipertensão variam se estes tiverem outras condições clínicas. Segundo a SEH e SEC, algumas condições que mudam os valores-alvo são as seguintes:

- Idade superior a 65 anos — 130 a < 140 / 70 a 79 mm Hg
- Diabetes — perto dos 130(ou menor se tolerado pelo paciente) / 70 a 79 mm Hg
- Doença arterial coronária — perto dos 130 / 70 a 79 mm Hg
- Doença renal crónica — 130 a < 140 / 70 a 79 mm Hg
- Após um acidente vascular cerebral — perto dos 130 / 70 para 79 mm Hg

Dispositivos médicos

Tipicamente, existem duas formas de medir a tensão arterial: a que envolve um dispositivo mais comum, o esfigmomanómetro (que pode ser usado tanto pelos profissionais de saúde, como pelos próprios doentes), e a que requer uma intervenção mais especializada e prolongada, a que se chama Monitorização Ambulatória da Pressão Arterial (MAPA).

Quando é usado um esfigmomanómetro a Sociedade Europeia de Hipertensão postula 3 recomendações para a medição adequada da pressão arterial. A primeira consiste em preparar adequadamente o paciente, encontrando uma área calma, sentando-o numa cadeira com as costas completamente apoiadas e os pés completamente assentes no chão; de seguida, espera-se 5 minutos e verifica-se a pressão arterial 3 vezes, com 1 minuto entre medições. A primeira medição é eliminada e faz-se a média das outras duas. A segunda recomendação consiste em mostrar as medições da pressão arterial ao paciente. Para concluir, a terceira recomendação consiste na seleção do tamanho adequado da braçadeira em função da circunferência do braço: 22–26 cm para um adulto pequeno, 27–34 cm para um adulto médio, 35–44 cm para um adulto grande e 45–52 cm para a coxa de um adulto (Bakris et al. (2019)).

No caso de ser usada uma MAPA para monitorizar a pressão arterial do utente, as medições efetuam-se durante 24 horas, normalmente a cada 15 minutos ou de meia em meia hora. Este método serve para diagnosticar hipertensão quando se suspeita que os valores recolhidos na clínica, ou pelo próprio, não coincidem aos valores efetivos do dia a dia. No entanto, pode também ser usado para monitorizar pessoas já diagnosticadas com hipertensão, visto que é considerado o método mais preciso e com melhor relação custo / benefício. Normalmente, deve-se à necessidade de confirmar níveis altos de tensão arterial porque valores registados anteriormente podem ter sido resultado de "hipertensão de bata branca", uma reação ansiosa / nervosa exagerada na presença profissionais de saúde que ocorre em cerca de 2% dos casos. Os resultados do MAPA apresentam-se normalmente num relatório único que inclui um gráfico da pressão arterial ao longo das 24h, denotando quando o paciente está acordado ou a dormir e estatísticas das várias fases do dia (O'Brien et al. (2018)).

2.1.2 Diabetes

A diabetes é uma síndrome metabólica que ocorre devido à falta de insulina e/ou à incapacidade de a insulina exercer adequadamente a sua função no corpo, causando um aumento da glicose (açúcar) no sangue e por vezes défices graves. Acontece, porque o pâncreas não é capaz de produzir insulina em quantidade suficiente para suprir as necessidades do organismo, ou porque não é capaz de funcionar de maneira adequada (resistência a insulina).

Existem vários tipos de diabetes, com diferentes diagnósticos e tratamentos, que são os seguintes (diabetes.org (2021)):

- Tipo 1 — é o tipo menos comum e surge com o nascimento. É considerada uma doença autoimune, visto que o próprio sistema imunitário ataca as células do pâncreas responsáveis por produzir insulina. É

normalmente diagnosticado em criança/adolescente, desenvolve-se rapidamente, e é tratada com injeções de insulina/bomba de insulina. É controlada com testes regulares ao sangue.

- Tipo 2 — o mais comum, é geralmente diagnosticado em adultos e pode demorar anos a desenvolver, sendo normalmente resultado do estilo de vida. Neste tipo, o corpo pode produzir insulina, mas torna-se resistente à mesma, fazendo com que não atue adequadamente. O tratamento envolve, inicialmente, alterações no estilo de vida e, na prática de exercício físico. Em casos extremos, também pode envolver medicação.
- Diabetes Gestacional — acontece durante a gravidez, por volta da 24.^a semana, e ao contrário dos outros tipos, pode ser temporária. Tal como o tipo 2, é tratada alterando a alimentação e praticando exercício físico. Apenas em casos extremos é usada medicação.
- LADA (*Latent Autoimmune Diabetes in Adults* — Diabetes latente autoimune do adulto) também conhecida por “tipo 1,5”. É parecida com o tipo 1, visto que também é uma doença autoimune, no entanto, os anticorpos gerados são diferentes. Contudo, é frequentemente confundida com o tipo 2 por ser detetada em adultos e demorar anos a desenvolver. Inicialmente não é necessário tomar insulina; alterações no estilo de vida, prática de exercício físico e medicamentos por via oral são em princípio suficientes numa primeira fase da doença.
- MODY (*Maturity-onset Diabetes of the Young* — Diabetes monogénica) é um tipo de diabetes que é transmitido por hereditariedade autossómica dominante. Ocorre devido a um defeito na secreção de insulina, associado a disfunção nas células beta pancreáticas. Existem vários tipos de MODY e o tratamento depende do tipo.

A diabetes pode introduzir complicações que afetam várias partes do corpo. As complicações normalmente surgem quando o tratamento é mal aplicado e a glicose no sangue é mal gerida, continuando elevada durante um longo período. Esta quantidade excessiva de glicose pode provocar lesões nos olhos, rins, vasos sanguíneos, coração e nervos. Contudo, dependendo do tipo de diabetes, estas complicações podem ser facilmente evitadas, através de tratamentos adequados: medicação ou injeções de insulina (recomendado por um endocrinologista), controlo do nível de glicemia durante o dia, alimentação equilibrada e saudável e prática de atividade física.

Gestão e tratamento

A gestão e tratamento da diabetes depende do tipo, i.e., se é autoimune (tipo 1, LADA) ou resulta do estilo de vida da pessoa (tipo 2, diabetes gestacional). Para ambos, existem tratamentos que vão desde a medicação (i.e., injeções de insulina), à mudança no estilo de vida (i.e., prática de uma alimentação saudável e exercício físico).

No caso específico da diabetes autoimune, em particular do tipo 1, para tratamento e gestão eficaz da doença é necessário definir valores alvo de glicemia e gerir cuidadosamente a pressão arterial e os lípidos. Adicionalmente, na maioria dos casos, é necessário recorrer às injeções de insulina e a testes regulares ao sangue.

A hemoglobina A1c (também conhecida como hemoglobina glicosilada ou HbA1c) é uma métrica cuja percentagem permite saber o nível médio de glicemia nos últimos 3 meses e é considerada importante para o

controle da diabetes. A American Diabetes Association (ADA) tem como valor alvo para adultos HbA1c < 7%. Contudo, pacientes com diabetes de longa duração (> 25 – 30 anos), ou com outras condições clínicas, podem ter valores-alvo mais elevados, o que leva a ser mais eficiente personalizar os valores de HbA1c para cada paciente. Medições regulares a cada 3 meses ajudam a avaliar se as metas glicêmicas estão a ser atingidas. No entanto, é necessário ter atenção, pois doentes com anemia ou que sofram de outras condições clínicas que diminuem o número de glóbulos vermelhos, podem ter valores de HbA1c que não correspondem ao controle real sobre a glicemia. Em relação à pressão arterial, a ADA recomenda como objetivo < 140 / 90 mmHg para diabéticos, de modo a diminuir o risco de doenças cardiovasculares. Por fim, embora ainda existam poucos estudos sobre a gestão de lípidos em diabéticos tipo 1, a ADA recomenda medicação preventiva que diminua os lípidos, de modo a reduzir o risco de acidentes cardiovasculares. Contudo, a diabetes tipo 1 tem sempre, como base de tratamento, as injeções de insulina, devido à destruição das células beta ao longo do tempo, que resulta em insuficiência total de insulina. Existem vários tipos de insulina: a insulina fisiológica (que é o tratamento preferido, visto que imita a secreção natural de insulina do pâncreas); a insulina basal (que é utilizada para suprimir produção de glicose hepática entre refeições ou durante a noite) e a insulina prandial (que serve para normalizar os níveis de glicose depois de uma refeição) (Subramanian and Baidal (2021)).

A diabetes tipo 2 tem uma gestão similar à do tipo 1, obrigando igualmente à realização de testes regulares à hemoglobina A1c e ao controle dos lípidos e da tensão arterial. No entanto, o tratamento da diabetes tipo 2 (e equivalentes) passa essencialmente por uma intervenção no estilo de vida, tendo como foco a mitigação dos principais fatores de risco, ou seja, o combate à obesidade e ao sedentarismo. A atividade física é o melhor remédio, já que melhora a sensibilidade à insulina, aumentando a oxidação dos ácidos gordos e melhorando a função mitocondrial dos músculos; provoca o aumento da quantidade de glicose que é absorvida pelas células musculares, além de melhorar a composição corporal que leva eventualmente à perda de peso. A dieta é igualmente importante para reforçar o processo — vários estudos indicam uma redução de 18% a 40% na incidência da diabetes quando se tem uma dieta equilibrada. A dieta deve ser composta por alimentos com índice glicémico baixo, como por exemplo, fibras, cereais e pão integral (os hidratos de carbono devem ser de qualidade, ou seja, com poucos ou nenhuns aditivos). Para além disso, a redução de bebidas ricas em açúcar reduz em 26% o risco da diabetes. Em conclusão, a prática de exercício físico e dietas melhoradas com baixos índices glicémicos desempenham um papel vital na luta contra a diabetes tipo 2 (Khan et al. (2019)).

Dispositivos médicos

A tecnologia dos dispositivos clínicos para a injeção de insulina consiste essencialmente em dois métodos: o contínuo, assegurado pelas chamadas bombas de insulina, e o de punção, usando canetas de insulina. As canetas de insulina foram o primeiro método a ser introduzido e são constituídas por um componente que contém insulina e que é injetada no tecido subcutâneo, através de uma agulha, que podem ser: a) descartáveis e previamente preenchida com insulina ou b) reutilizável, com a possibilidade de substituir o componente da insulina. Em 2017 foram introduzidas no mercado as *Smart pens* que oferecem várias funcionalidades adicionais em relação às canetas regulares, tais como guardar a data e hora em que a injeção foi efetuada, registar a quantidade injetada, mostrar a última dose, mostrar quanta insulina contém e, por fim, fazer recomendações

sobre a dosagem a injetar com base em especificações pré-definidas. Toda esta informação é normalmente enviada via Bluetooth para aplicações móveis em *smartphones* (Subramanian and Baidal (2021)).

As bombas de insulina são consideradas melhores do que as canetas, visto que garantem a injeção contínua de insulina e, como tal, o seu funcionamento assemelha-se de forma mais natural à secreção de insulina pelo pâncreas. Uma meta-análise de 12 ensaios realizada em 2021 que compara regimes tradicionais de injeção de insulina com regimes de infusão contínua (bombas de insulina) confirma esta afirmação. Deste estudo resultaram diferenças positivas a favor do regime de infusão contínua de insulina, tanto na glicose do sangue (de 16 mg/dL — 95% CI 9-22, como na hemoglobina A1c (de 0,5 — 0,2-0,7). Estes resultados levaram a uma redução de 14% nas doses diárias de insulina. As bombas de insulina permitem programar várias taxas de infusão basais que podem ir de 0,025 a 35,0 unidades/hora, de modo a garantir as necessidades de cada utilizador (Subramanian and Baidal (2021)).

Em relação a dispositivos para monitorizar a glicose no sangue, é tradicionalmente usado um dispositivo eletrónico pequeno (um glicómetro) capaz de analisar a glicose a nível capilar. De forma a efetuar a medição, é necessário que o utilizador forneça uma gota de sangue e espere uns segundos para obter o resultado. Recentemente, foi desenvolvida uma tecnologia denominada “monitorização de glicose contínua” (CGM) que permite fazer medições do nível da glicose no fluido intersticial, que está correlacionado com os valores de glicose no plasma. Os componentes dos dispositivos CGM incluem um sensor inserido subcutaneamente, um dispositivo eletrónico bastante pequeno que serve de plataforma para o sensor, um transmissor, e complementarmente, um dispositivo que recebe os dados (que poderá ser um *smartphone*). Este método de monitorização permite fazer medições de minuto a minuto, o que possibilita um rastreamento dos níveis de glicose em tempo real, o que não é possível com o método tradicional. Por fim, os dispositivos CGM também permitem partilhar dados com outros utilizadores e com outros dispositivos móveis; esta funcionalidade tem como alvo as crianças, os jovens e os adultos mais familiarizados com as novas tecnologias, pois assim conseguem acompanhar em tempo real os níveis de glicose quando estão fora de casa ou a praticar exercício físico (Subramanian and Baidal (2021)).

2.2 TELEMEDICINA E TELEMONITORIZAÇÃO

Devido à evolução tecnológica e à crescente digitalização dos serviços de saúde, a telemedicina é cada vez mais utilizada na gestão da pressão arterial, pois permite um aperfeiçoamento na prestação de cuidados e uma maior divulgação de soluções entre médicos e pacientes. O crescimento rápido das aplicações móveis aumentou a perceção do público em geral sobre a importância e utilidade da telemedicina. No entanto, também chamou a atenção para os perigos existentes nos alertas constantes e na sobrecarga de trabalho dos profissionais de saúde. Posto isto, a American Heart Association (AHA) sumariza uma lista de recomendações para o controlo da hipertensão através da telemedicina (Omboni et al. (2020)), agregada por modelos de cuidados de saúde, que são as seguintes:

Serviços:

- Monitorizar remotamente sinais vitais (por exemplo, pressão arterial), adesão à medicação, educação sobre estilo de vida e fatores de risco com feedback assíncrono (melhor opção)

- Consulta por telefone ou vídeo (opcional)

Gestão de casos clínicos e feedback:

- Respostas automáticas baseadas em algoritmos interpretativos
- Serviços atendidos (cuidador informal, médico, enfermeiro ou farmacêutico)
- Serviços automáticos integrados com supervisão de equipa clínica multidisciplinar (opção ideal)

Intervenção médica:

- Atendimento estruturado
- Gestão integrada a vários níveis e prestada por diferentes profissionais de saúde, enfermeiro ou farmacêutico. (melhor opção)

Populações alvo:

- Rastreios para identificar casos prováveis de hipertensão
- Utilizadores com gestão da hipertensão em progresso
- Idosos
- Populações com acesso limitado a cuidados médicos
- Pacientes hipertensos de alto risco (hipertensos resistentes, pacientes com baixa adesão à medicação)
- Pacientes com comorbidades (diabetes, obesidade, acidente vascular cerebral)
- Casos em que a consulta presencial é difícil devido à geografia ou à pandemia ou a outras emergências nacionais e consequente confinamento.

A viabilidade da implementação da telemedicina na gestão da pressão arterial pode ser verificada em vários estudos, como por exemplo no efetuado em 2017 e que consta do Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature Complete. Os resultados mostraram algumas vantagens e barreiras na implementação da telemedicina ao serviço do controlo da hipertensão. As vantagens identificadas são claras: acesso mais facilitado aos cuidados, melhor qualidade de vida e saúde, maior conhecimento e envolvimento do paciente, melhor custo-benefício e, por fim, uma maior conveniência e facilidade na gestão. Por outro lado, as barreiras que se opõem a implementação da telemedicina na hipertensão são também conhecidas: a falta de estudos alargados sobre o assunto, a autogestão, que é difícil de manter durante longos períodos, a inexistência de resultados a longo prazo e mais carga de trabalho (Mileski et al. (2017)).

Uma meta-análise sobre a efetividade da saúde móvel (*mHealth*) na gestão da hipertensão — que incluiu estudos aleatórios controlados com revisão por pares publicados entre janeiro de 2010 e setembro de 2019, com 8933 participantes — demonstrou que houve uma maior redução na pressão arterial sistólica e diastólica

nos grupos de intervenção *mHealth* em comparação com os grupos de controlo, -3,78 mm Hg ($P < 0,001$; IC 95% -4,67 a -2,89) e -1,57 mm Hg ($p < 0,001$; IC 95% -2,28 a -0,86), respetivamente. A análise mais detalhada a diferentes subgrupos mostrou reduções consistentes na pressão arterial sistólica e diastólica, considerando diferentes configurações de frequências de notificações, padrões interativos, funções de intervenção e duração do estudo (Li et al. (2020)).

Na gestão da hipertensão, a telemedicina, em particular a telemonitorização, pode ser implementada nos cuidados primários em grande escala, com pouco impacto na carga de trabalho clínica, e tem como resultado garantido a redução da pressão arterial. Esta conclusão pode ser verificada num estudo realizado em Lothian, Escócia. Os resultados do estudo mostraram os principais fatores positivos da análise, que foram a aceitação da intervenção, a mudança na pressão arterial, a mudança no uso de consultas médicas e, por fim, as opiniões dos participantes sobre as características que facilitaram ou impediram a aceitação da intervenção. Setenta e cinco instituições de cuidados primários inscreveram 3.200 pacientes com hipertensão diagnosticada. Num subgrupo de avaliação de 8 práticas que compreendia 905 pacientes, dos quais 427 (47%) eram do sexo feminino e com idade média de 64 anos, a pressão arterial sistólica média baixou em 6,55 mmHg e a pressão arterial diastólica média baixou em 4,23 mmHg. Relativamente ao ano anterior, os participantes realizaram 19% menos consultas presenciais e, em comparação, 11% menos em pacientes com hipertensão que não usavam telemonitorização. O tempo total de consulta dos participantes foi de 15,4 minutos, em comparação com 5,5 minutos nos pacientes sem telemonitorização. A facilidade de registar remotamente leituras de pressão arterial e a integração dos registos das leituras na rotina de atendimento clínico foi crucial para o sucesso da implementação da telemonitorização. Em suma, os resultados realçam as vantagens do uso da telemedicina em pacientes hipertensos, que se refletem essencialmente na melhor gestão da sua condição de saúde e na redução do número de consultas presenciais, ainda que se verifique um aumento do tempo total de consulta (Hammersley et al. (2020)).

Atualmente, o uso do telemóvel está amplamente difundido na sociedade. A rápida adoção da tecnologia e o aumento na utilização de *smartphones* cria condições interessantes para o desenvolvimento de novas aplicações que ajudem a superar alguns desafios, como, por exemplo, a tendência de desistir ou resistir à toma de medicação. Um estudo efetuado em 2019 avaliou o impacto de determinadas ações enviadas via *smartphones* em pacientes hipertensos. Os resultados mostraram que a redução da pressão arterial nos participantes que receberam notificações via telemóvel foi maior, comparando com o grupo de controlo: sistólica (94,4% vs 41,2%, $p = 0,003$) e diastólica (94,4% vs 76,5%, $p = 0,04$). Além disso, os pacientes que não eram inicialmente aderentes beneficiaram mais da intervenção baseada em *smartphones*. Em conclusão, as intervenções baseadas em *smartphones* foram eficazes no aumento da adesão à medicação em pacientes hipertensos (Andre et al. (2019)). Adicionalmente, em 2020, efetuaram-se oito estudos com 1657 participantes que revelaram um efeito geral bastante positivo a favor do uso de aplicações móveis no controlo da pressão arterial (diferença de média ponderada -2,28, 95% CI -3,90 — 0,66. Comprovaram também que a sua utilização reforça à adesão a toma de medicação, ocorrendo um efeito positivo a favor do grupo de intervenção (diferença de média ponderada 0,38, 95% CI 0,26 — 0,50) (Xu and Long (2020)). Outro estudo, com 441 participantes, sendo 209 de intervenção e 202 de controlo, com idade média de 52 anos, reforçou este resultado. No entanto, os estudos não apresentaram resultados muito positivos no que diz respeito a estimulação da atividade física para pessoas mais sedentárias (Morawski et al. (2018)), mas

será com certeza uma questão de tornar ainda mais claros os seus benefícios e reforçar outras componentes complementares de estimulação, como, por exemplo, a componente social e/ou de jogo, que já deram provas de contribuir de forma significativa para o *engagement* dos doentes.

A telemedicina tem sido cada vez mais utilizada em todo o mundo para a gestão da diabetes, devido principalmente ao seu potencial para melhorar o acesso aos cuidados de saúde e aos respetivos resultados clínicos. Deste modo, são sugeridas as seguintes indicações para médicos, que devem ser adotadas, de modo a obter resultados positivos na utilização de teleconsultas (Ghosh et al. (2020)).

- A privacidade e a confidencialidade dos dados do paciente devem ser mantidas
- A identificação do paciente deve incluir nome, idade, endereço, número de telefone, endereço eletrónico, documento de identificação
- O consentimento do paciente, seja implícito ou explícito, deve ser obtido.
- Os registos médicos do paciente devem ser mantidos juntamente com relatórios laboratoriais e de imagiologia e prescrições médicas.
- O paciente pode ser cobrado de acordo com os regulamentos do profissional de saúde, hospital ou clínica. Nesse caso, o recibo ou fatura deve ser preservado.
- Uma aplicação de inteligência artificial não pode fazer consultas em nome de um médico
- Medicamentos sujeitos a receita médica ou quaisquer substâncias narcóticas e psicotrópicas não deverão ser prescritos através de qualquer modo de telemedicina.

A eficácia da telemedicina em gerir a diabetes e melhorar a qualidade de vida dos utilizadores pode ser comprovada através de vários estudos. Por exemplo, no estudo feito com veteranos com diabetes tipo 1 no Atlanta VAMC Endocrinology Telehealth Clinic durante 4 meses, os resultados mostram que pacientes que receberam cuidados usando telemedicina tem uma redução na média dos níveis da Hemoglobina A1c e uma redução na variação dos níveis de glicose. Além disso, os pacientes pouparam 78 minutos de tempo de viagem (só ida) e o Veterans Affairs economizou 72,94 dólares em reembolsos de viagem por visita de cada paciente. Os pacientes aderiram em média a 88% das consultas agendadas por telemedicina e 100% dos pacientes entrevistados afirmaram recomendar a telemedicina a outros veteranos (Xu et al. (2018)).

A telemedicina, em particular a monitorização à distância, tem sido amplamente utilizada em pessoas com diabetes durante a pandemia COVID-19, que, além de trazer mais riscos de complicações da condição de saúde associada ao vírus, também restringiu a mobilidade e a interação entre paciente e médico. Estes fatores dificultaram a gestão da diabetes e a telemonitorização apresentou-se como a solução que permitiu atenuar o impacto da COVID-19 no controlo da glicemia. Uma meta análise com 27 estudos, incluindo 69294 indivíduos com diabetes tipo 1, relatou o efeito do controlo da glicemia durante a pandemia de COVID-19. Apesar das restrições de mobilidade, o controlo da glicose não se deteriorou em 25/27 grupos e melhorou em 23/27 dos grupos estudados. Os resultados devem-se ao facto de se poderem efetuar consultas periódicas remotas, o que

permitiu o atendimento regular das pessoas com diabetes, limitando a necessidade de atendimento presencial em clínicas. Relatos indicando que a hiperglicemia persistente e a cetoacidose diabética em fase inicial poderiam ficar por tratar e controlar devido a confinamentos e a preocupação com a potencial exposição ao risco de infecção a COVID-19, mostram a necessidade de um acesso mais abrangente à telemonitorização da glicose (Danne et al. (2021)).

O rácio custo-benefício é também um ponto a valorizar na telemedicina, como pode ser verificado na meta-análise que foi efetuada tendo em conta 1877 estudos e 14 artigos. Os custos das entidades que prestam assistência médica são um grande indicador do custo total. Em particular, nestes estudos, o uso da telemedicina foi benéfico e económico para a gestão da diabetes, com uma relação custo-benefício incremental entre 113,48 dólares /anos de vida ajustado pela qualidade (QALY) e 3328,46 dólares / QALY (ajustado à taxa de inflação de 2017) (Lee and Lee (2018)).

A telemedicina pode usar várias formas de comunicação — áudio, vídeo, SMS, chat, e-mail, etc. Mas vários estudos já mostraram que utentes com idades avançadas apresentam dificuldade em usar computadores, o que é uma barreira para a telemedicina (Sun et al. (2019)). No entanto, na China, por exemplo, pessoas mais velhas tendem a achar fácil usar *smartphones* com aplicações de mensagens que têm uma interface amigável (Sun et al. (2019)). Deste modo, as aplicações móveis, desde que bem desenhadas e adaptadas às necessidades de cada tipo doente, apresentam bastante potencial para efetivamente melhorar a qualidade de vida das pessoas e darem suporte à gestão da sua saúde.

Em particular, pode-se afirmar que as aplicações móveis são eficazes para gerir a diabetes tipo 1. Este âmbito ficou claro num estudo efetuado em 2017 com 92 adolescentes como participantes, em que metade recebeu os cuidados normais e a outra metade recebeu os mesmos cuidados juntamente com a aplicação para gerir a diabetes. No final dos 12 meses, os utilizadores reportaram a utilidade da *app* e foi capturada a frequência com que mediram a glicose. Os resultados mostraram que o grupo de intervenção teve uma melhoria nas medições da glicose e da Hemoglobina A1c. Em específico, um subgrupo do grupo de intervenção fez mais de 5 medições de glicose por dia e apresentou uma grande melhoria no HbA1c, de 0,58% ($p = .02$). No global, 35% (16/46) dos participantes tiveram um uso moderado ou alto da aplicação, tendo feito pelo menos 3 medições de glicose por semana (Goyal et al. (2017)).

As aplicações móveis são também eficientes na gestão da diabetes tipo 2. Num estudo com 30 participantes, com idade superior a 18 e com diabetes há mais de 6 meses, estes utilizaram uma aplicação móvel e os resultados mostraram que ela melhorou a gestão da diabetes e a saúde geral dos utilizadores. No entanto, existiram algumas barreiras à utilização da aplicação, que consistiram essencialmente na falta de conhecimento e consciencialização da aplicação enquanto ferramenta de promoção de saúde, na real perceção da gravidade da doença, na falta de literacia tecnológica e de saúde e na má conectividade em áreas rurais. As recomendações feitas pelos participantes para futuras versões da aplicação centraram-se em funcionalidades educativas em falta, (e.g. informação sobre complicações da diabetes), funcionalidades de monitorização e registo (e.g. monitorização dos níveis de glicose com tendências e comorbidade) e funcionalidades nutricionais (e.g. um contador de hidratos de carbono). Por fim, os participantes concordaram que seria apropriado receber mensagens semanais relacionadas com a sua autogestão da doença (Jeffrey et al. (2019)).

Outro estudo com 100 participantes, 57 experimentais e 43 de controlo, comparou o efeito de adotar e gerir uma dieta com baixo teor de hidratos de carbono através de uma aplicação móvel durante 3 meses, com uma dieta normal. Os resultados mostraram que o tempo médio de hiperglicemia ($> 7,8$ mmol / l [140 mg / dl]) reduziu de 3:27 h/dia para 2:34 h/dia no grupo experimental, e de 3:08 h/dia para 2.96 h/dia no grupo de controlo. Verifica-se assim uma diferença de 0.81 h/dia ($p < 0,05$) entre os grupos, a favor do grupo experimental. Para além disso, o grupo experimental apresentou uma diminuição significativa nas medidas antropométricas e na composição corporal, bem como nos triglicédeos (Chen et al. (2020)).

2.3 ANÁLISE DE APLICAÇÕES

Com o intuito de ajudar os doentes crónicos com hipertensão e diabetes foi efetuado um levantamento de aplicações existentes no mercado que efetuam o controlo da atividade diária e dos sinais vitais do utilizador, com o objetivo de gerir as respetivas doenças crónicas. Foram escolhidas aplicações mobile para hipertensos e diabéticos, com base em dois artigos da Healthline (Healthline (2022a) Healthline (2022b)), que suportam o sistema operativo Android e que eram parcial ou totalmente gratuitas.

Resultado deste estudo apresentam-se abaixo 10 aplicações, metade para diabéticos e a outra metade para hipertensos, com uma descrição detalhada da arquitetura. No final é exibido um mapa a comparar as funcionalidades das diferentes aplicações.

2.3.1 *OneTouch Reveal*

OneTouch Reveal (OneTouch (2022)) é uma aplicação *mobile* gratuita para diabéticos, disponível para Android e iOS, tendo uma avaliação de 4,5 estrelas e 4,8 estrelas, respetivamente. A solução desenvolvida tem como objetivo oferecer suporte aos dispositivos médicos da OneTouch, proporcionando ao utilizador uma melhor gestão da diabetes. A sua arquitetura consiste essencialmente em 4 páginas (ou separadores): a página inicial, que contém um histórico dos eventos adicionados e permite adicionar mais; a segunda página, que apresenta um gráfico do nível de glicose ao longo do tempo; a terceira página, que contém padrões de desvio da glicose; e por fim a quarta página, que contém um comparador de hemoglobina e estatísticas dos eventos adicionados. Os eventos, que podem ser adicionados na primeira página, consistem em medições de glicemia, injeções de insulina, hidratos de carbono consumidos e atividade física praticada. As medições de glicemia podem ser adicionadas de forma manual pelo utilizador ou de forma automática conectando por Bluetooth um de três dispositivos fornecidos pela One Touch (OneTouch Select Plus Flex, OneTouch Verio Flex e OneTouch Verio Reflect). Os dispositivos médicos para o controlo de glicose no sangue OneTouch Select Plus Flex, OneTouch Verio Flex e OneTouch Verio Reflect são comparticipados em 85% pelo Sistema Nacional de Saúde.

2.3.2 *Glucose Buddy*

Glucose Buddy ([Buddy \(2022\)](#)) é uma aplicação *mobile* gratuita para diabéticos, disponível para Android e iOS, tendo uma avaliação de 4 estrelas e 4,8 estrelas, respetivamente. A solução desenvolvida tem como objetivo oferecer ao utilizador uma aplicação independente, onde pode posteriormente integrar com os seus dispositivos médicos. A sua arquitetura consiste essencialmente em 4 páginas: a página inicial, que inclui o histórico dos eventos adicionados e permite adicionar mais; a segunda página, que contém um gráfico do nível de glicose ao longo do tempo e estatísticas de medições efetuadas; a terceira página, destinada a utilizadores *premium* e que contém planos que o utilizador pode criar de modo a ter uma rotina saudável e, por fim, a quarta página, que integra uma biblioteca de artigos e publicações sobre como controlar a diabetes e melhorar a qualidade de vida dos doentes. Os eventos, que podem ser adicionados na primeira página, consistem em medições de glicemia, injeções de insulina, hidratos de carbono consumidos, atividade física praticada, medicação tomada, peso, hemoglobina A1c, pressão arterial e cetonas. Os dispositivos que a aplicação consegue conectar por Bluetooth de modo a registar os eventos de forma automática são os seguintes: balança, braçadeira de pressão arterial, dispositivo de monitorização contínua de glicose (Dexcom), dispositivo para o controlo de glicose (Jazz Wireless 2), smartwatches (Fitbit, Jawbone) e outros integrados com o GoogleFit. O Sistema Nacional de Saúde (SNS) não compartilha os respetivos dispositivos.

2.3.3 *MySugr*

MySugr ([Accu-Chek \(2022\)](#)) é uma aplicação *mobile* gratuita para diabéticos, disponível para Android e iOS, tendo uma avaliação de 4,6 estrelas em ambas as lojas. A solução desenvolvida tem como objetivo oferecer ao utilizador um diário digital, em forma de aplicação, com a possibilidade de conectar dispositivos médicos reconhecidos pela Accu-Chek. A sua arquitetura consiste essencialmente numa página principal denominada Diário. Esta página principal tem a possibilidade de adicionar eventos, mostrar o histórico dos eventos adicionados, estatísticas de medições efetuadas em diferentes períodos, o gráfico da glicemia ao longo do tempo e um calculador de hemoglobina. Os eventos consistem em medições de glicemia, injeções de insulina, hidratos de carbono consumidos, atividade física praticada, medicação tomada, peso, hemoglobina A1c, pressão arterial, cetonas e o tipo de alimentação. As medições de glicemia podem ser adicionadas de forma manual pelo utilizador ou de forma automática conectando por Bluetooth um de três dispositivos fornecidos pela Accu-Chek (Accu-Chek Guide, Accu-Chek Guide Me e Accu-Chek Instant). O SNS não compartilha os dispositivos médicos referidos.

2.3.4 *Diabetes:M*

Diabetes:M ([Diabetes-M \(2022\)](#)) é uma aplicação *mobile* gratuita para diabéticos, disponível para Android e iOS, tendo uma avaliação de 4,6 estrelas em ambas as lojas. A solução desenvolvida tem como objetivo oferecer ao utilizador uma aplicação independente que posteriormente pode integrar com os seus dispositivos

médicos. A sua arquitetura consiste numa página principal geral que dá acesso a páginas específicas, onde pode visualizar gráficos da glicemia ou a análise de padrões de glicemia, adicionar novos eventos, consultar o histórico de eventos, calcular o bolus ou ver estatísticas. Os eventos que podem ser adicionados consistem em medições de glicemia, injeções de insulina, hidratos de carbono consumidos, atividade física praticada, medicação tomada, peso, hemoglobina A1c, pressão arterial, cetonas e tipo de alimentação efetuada. As medições de glicemia podem ser adicionadas de forma manual pelo utilizador ou de forma automática conectando por Bluetooth dispositivos médicos, mas esta funcionalidade só está disponível para utilizadores *premium*.

2.3.5 *FreeStyle LibreLink-PT*

FreeStyle LibreLink-PT (Libre (2022)) é uma aplicação *mobile* gratuita para diabéticos, disponível para Android e iOS, tendo uma avaliação de 3,3 estrelas e 3,9 estrelas, respetivamente. A solução tem como objetivo oferecer suporte ao dispositivo médico de monitorização contínua de glicose da Abbott chamado *FreeStyle Libre*. A sua arquitetura consiste essencialmente em 4 páginas: a página inicial informa como colocar o sensor *FreeStyle Libre*, a segunda página contém o histórico de registos ao longo tempo e permite adicionar eventos, a terceira página permite adicionar alarmes e, por fim, a quarta página contém relatórios diários, estatísticas de glicose, gráficos de glicose e a A1c prevista. Os eventos, que podem ser adicionados na segunda página, consistem em hidratos de carbono, injeção de insulina rápida e prolongada e atividade física praticada. As medições de glicemia só podem ser adicionadas de forma automática conectando o sensor *FreeStyle Libre*. Os restantes eventos só podem ser adicionados manualmente pelo utilizador, não se suportando outros dispositivos médicos. O dispositivo médico para o controlo de glicose no sangue *FreeStyle Libre* é participado em 85% pelo SNS.

2.3.6 *My heart*

My heart (Arterial (2022)) é uma aplicação *mobile* gratuita para hipertensos, disponível para Android com uma avaliação de 4,4 estrelas. A solução desenvolvida tem como objetivo oferecer ao utilizador uma aplicação independente de dispositivos para controlar a hipertensão. A sua arquitetura consiste essencialmente em 4 páginas: a página inicial, que permite adicionar novos eventos, a segunda página, que contém o histórico dos eventos adicionados, a terceira página, que apresenta um gráfico da pressão arterial e pulsação ao longo do tempo e, por fim, a quarta página, que mostra estatísticas dos eventos adicionados e padrões de medições. Os eventos, que podem ser adicionados a partir da primeira página, consistem em: pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica, pulsação, peso e a saturação de oxigénio. Os eventos só podem ser adicionados de forma manual pelo utilizador, não sendo suportada a conexão de dispositivos médicos por Bluetooth.

2.3.7 *Diário de Pressão Arterial*

Diário de Pressão Arterial (de Pressão Arterial (2022)) é uma aplicação *mobile* gratuita para hipertensos, disponível para Android com uma avaliação de 4,7 estrelas. A solução desenvolvida tem como objetivo oferecer

ao utilizador um diário em forma de uma aplicação mobile para melhor controlo da hipertensão. A sua arquitetura consiste essencialmente em 3 páginas: a página inicial, que permite adicionar novos eventos, a segunda página, que contém o histórico dos eventos adicionados e, por fim, a terceira página, que apresenta um gráfico da pressão arterial e pulsação ao longo do tempo. Os eventos, que podem ser adicionados a partir da primeira página, consistem em: pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica, e pulsação. Os eventos só podem ser adicionados de forma manual pelo utilizador, não sendo suportada a conexão de dispositivos médicos por Bluetooth.

2.3.8 Qardio

Qardio (Qardio (2022)) é uma aplicação *mobile* gratuita para hipertensos, disponível para Android, com uma avaliação de 4,7 estrelas. A solução desenvolvida tem como objetivo oferecer ao utilizador uma aplicação de modo a melhorar a saúde do seu coração, que pode posteriormente integrar com os seus dispositivos médicos. A sua arquitetura consiste essencialmente em 3 páginas: a página inicial, que permite adicionar novos eventos e aceder ao histórico de registos de cada um, a segunda página, que permite adicionar outros utilizadores (por exemplo, família) com quem pode partilhar os dados e, por fim, a terceira página, que permite definir notificações para efetuar medições. Os eventos, que podem ser adicionados a partir da primeira página, são os seguintes: pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica, pulsação, peso, temperatura e saturação de oxigénio. Os dispositivos que a aplicação consegue conectar por Bluetooth de modo a registar os eventos automaticamente são monitor de pressão arterial (Qardioarm), balança (QardioBase), termómetro (QardioTemp) e oxímetro (QardioSpO2). O Sistema Nacional de Saúde não compartilha estes dispositivos médicos.

2.3.9 Instant Heart rate

Instant Heart rate (Monitor (2022)) é uma aplicação *mobile* gratuita para hipertensos, disponível para Android e iOS, tendo uma avaliação de 4 estrelas e 4,9 estrelas, respetivamente. A solução desenvolvida tem como objetivo oferecer ao utilizador uma aplicação para melhor controlo da hipertensão que possibilita transformar a câmara do telemóvel num monitor de pressão arterial. A sua arquitetura consiste essencialmente em 4 páginas: a primeira página permite, com acesso a câmara do *smartphone*, medir a pressão arterial, a segunda página contém estatísticas e gráficos, a terceira página apresenta planos de saúde para utilizadores *premium* e, por fim, a quarta página integra uma biblioteca com artigos e publicações para melhorar o estilo de vida. A pressão arterial só pode ser lida usando a câmara do telemóvel, ou seja, não suporta conexão de dispositivos médicos por Bluetooth.

2.3.10 Blood Pressure Tracker

Blood Pressure Tracker (Tracker (2022)) é uma aplicação *mobile* gratuita para hipertensos, disponível para Android com uma avaliação de 4,6 estrelas. A solução desenvolvida tem como objetivo oferecer ao utilizador

uma aplicação para melhor controlo da hipertensão. A sua arquitetura consiste essencialmente em 3 páginas: uma página de calendário que permite verificar as medições feitas ao longo do tempo, uma página de registo de eventos e, por fim, uma página de estatísticas que inclui gráficos e análise das medições realizadas. Os eventos, (que podem ser adicionados a partir da página de registo), consistem em: pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica, pulsação e peso. Os eventos só podem ser adicionados de forma manual pelo utilizador, ou seja, não é suportada conexão de dispositivos médicos por Bluetooth.

2.3.11 Mapa comparativo de funcionalidades

O estudo das funcionalidades de cada aplicação foi efetuado ao longo de 4 meses entre outubro de 2021 e janeiro de 2022, sendo utilizado para teste um Samsung A52 com o sistema operativo 12 Snow Cone. Todas as funcionalidades foram levantadas com acesso direto à aplicação, efetuando o download da mesma na Play Store. As aplicações escolhidas foram avaliadas segundo as funcionalidades existentes, qualidade da interface e experiência de utilização.

O estudo efetuado às aplicações para diabéticos é o seguinte:

↓	OneTouch	GlucoseBuddy	MySugr	Diabetes: M	FreeStyle LibreLink- PT
Adicionar registo do nível de glicemia manual/automaticamente.	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✗ / ✓
Adicionar registo da insulina aplicada	✓	✗	✓	✗	✓
Adicionar atividade física	✓	✓	✓	✓	✓
Adicionar passos	✗	✓	✓	✗	✗
Adicionar peso	✗	✓	✓	✓	✗
Adicionar registo de Hemoglobina A1c	✓	✓	✓	✓	✗
Adicionar tags a registos efetuados.	✓	✓	✓	✓	✓
Registo da nutrição.	✓	✓	✓	✓	✓
Registo de receitas	✗	✓	✗	✗	✗
Leitor automático de fotos de alimentos.	✗	✓	✗	✗	✗
Leitor de código de barras.	✗	✓	✗	✗	✗
Calculadora da bolus de insulina.	✗	✗	✓	✓	✗
Adicionar medicação tomada	✗	✓	✓	✓	✗
Módulo de gráficos	✓	✓	✗	✓	✓
Módulo de estatísticas	✓	✓	✓	✓	✓
Integração com o Google Fit	✓	✓	✓	✗	✗
Definição de objetivos	✓	✓	✓	✓	✗

Figura 2: Mapa comparativo de aplicações mobile para diabéticos

Através da análise da Figura 2 e da Figura 3, é possível concluir que as aplicações analisadas para diabéticos apresentam um conjunto diversificado de funcionalidades. De notar que todas permitem o registo automático de glicemia e permitem também o registo da nutrição. Além disso, outras funcionalidades que tem em comum são módulos de gráficos e estatísticas e a possibilidade de adicionar descrições rápidas, tags, aos registos efetuados. No entanto, há apenas uma aplicação, Glucose Buddy, que dispõe de um módulo de nutrição completo, desde o registo de receitas, à leitura automática de alimentos por código de barras e fotografia.

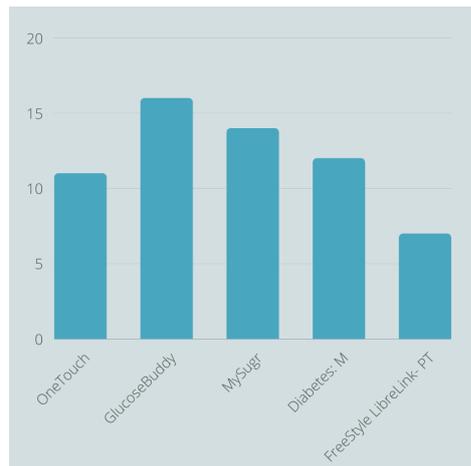


Figura 3: Numero de funcionalidades em aplicações para diabéticos

De seguida, foi efetuado o estudo às aplicações para hipertensos que é o seguinte:

	My Heart	Diário de pressão arterial	Qardio	Instant Heart rate	Blood pressure tracker
Adicionar registos de pressão arterial manual/automático	✓ / ✗	✓ / ✗	✓ / ✓	✗	✓ / ✗
Adicionar registos de saturação de oxigénio manual/automático	✗	✗	✓ / ✓	✗	✗
Adicionar registos de Pulso manual/automático	✓ / ✗	✓ / ✗	✓ / ✗	✓ / ✓	✓ / ✗
Adicionar atividade física	✗	✗	✗	✗	✗
Adicionar passos	✗	✗	✗	✗	✗
Adicionar peso	✗	✓	✗	✓	✗
Adicionar tags a registos efetuados	✓	✓	✗	✗	✓
Módulo de gráficos	✓	✓	✓	✗	✓
Módulo de estatísticas	✓	✓	✗	✓	✓
Integração com o Google Fit	✓	✗	✓	✓	✗
Definição de objetivos	✗	✗	✓	✗	✗

Figura 4: Mapa comparativo de aplicações mobile para hipertensos

Através da análise da Figura 4 e da Figura 5, é possível concluir que as aplicações analisadas para hipertensos apresentam um conjunto de funcionalidades reduzido em comparação com as analisadas para diabéticos. Apenas uma aplicação, Qardio, permite adicionar a pressão arterial de forma automática via Bluetooth e também permite o registo da saturação de oxigénio e pulso. Existem poucas funcionalidades em comum entre as aplicações e apenas uma tem a definição de objetivos diários. De notar que nenhuma permite o registo da atividade física e peso, elementos importantes para o controlo da hipertensão como foi estudado anteriormente.

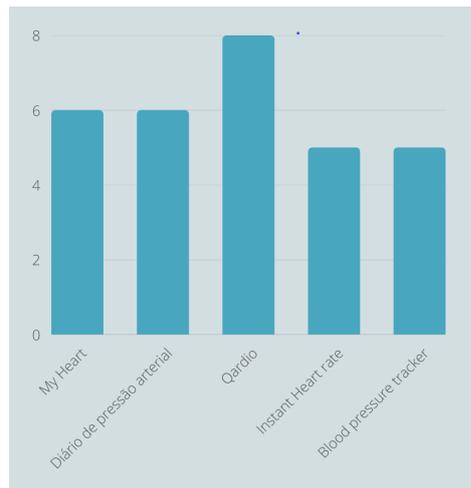


Figura 5: Numero de funcionalidades em aplicações para hipertensos

Em suma, o estudo efetuado às aplicações de diabéticos e hipertensos revelou vários aspetos importantes tanto ao nível de arquitetura como ao nível dos requisitos funcionais. Foi possível identificar as funcionalidades mais comuns para ambas as doenças e também quais as lacunas que as várias aplicações apresentam tanto ao nível da experiência de utilização como ao nível funcional. Em específico, o estudo revelou que existem inúmeras aplicações que não permitem o registo da nutrição, um aspeto significativo dado que tanto diabéticos como hipertensos tem a sua gestão afetada pela alimentação e pelo peso corporal ideal. Além disso, foi notório o decréscimo na experiência de utilização quando a aplicação não permitia o registo automático dos sinais vitais e da nutrição.

Para concluir, a análise apresentada das aplicações existentes no mercado teve uma preponderância significativa na definição dos casos de uso e no desenvolvimento da presente dissertação, tendo como base os variados aspetos analisados, sendo estes: os requisitos funcionais mais frequentes, as funcionalidades em falta, a qualidade da *interface* e a experiência de utilização.

CASOS DE USO

Este capítulo apresenta os casos de uso definidos com o objetivo de a solução desenvolvida ser adaptada às necessidades dos diabéticos e hipertensos. Foram identificados e definidos os principais 6 módulos a ser implementados na aplicação, que consistem em: autenticação de utilizadores, registo dos sinais vitais e da atividade, registo da nutrição, visualização gráfica dos registos efetuados, estatísticas e, por fim, os objetivos diários. Para cada módulo é apresentada a descrição, motivação e um exemplo de um cenário ilustrativo. Por fim, são apresentadas todas as especificações dos requisitos funcionais definidos para o respetivo módulo.

3.1 AUTENTICAÇÃO DE UTILIZADORES

A informação pessoal os utilizadores deve ser mantida privada e apenas poder ser acedida pelos mesmos. Visto isto, são definidos os requisitos funcionais de registar e autenticar utilizadores. O objetivo é permitir aceder a informações privadas caso a verificação das credenciais facultadas coincida com as inseridas no momento do registo.

Deste modo, foi definido um cenário, que ilustra o presente caso de uso numa situação real, que é o seguinte: o senhor José foi diagnosticado recentemente com hipertensão e por isso necessita de guardar os seus dados da tensão arterial de forma segura e privada. Com este propósito o senhor José regista-se na aplicação *mobile SmartAL*, grava os seus dados na mesma e acede-os via sistema de autenticação, com a segurança que só o mesmo é que tem acesso a eles.

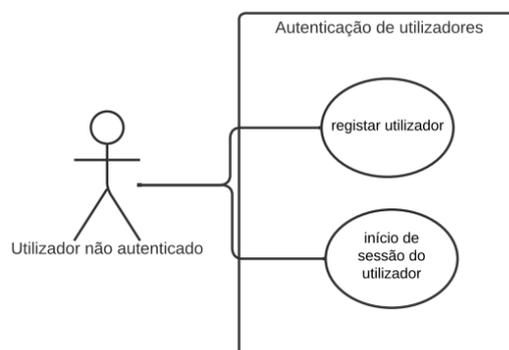


Figura 6: Diagrama de use case “Autenticação de utilizadores”

Para o módulo de autenticação de utilizadores foram definidos dois requisitos funcionais como pode ser verificado na Figura 6. De seguida é apresentada a especificação de cada requisito para uma melhor compreensão.

O requisito funcional, registar utilizador, especificado na Figura 7, que tem como pré-condição o utilizador não estar autenticado, permite ao mesmo registar-se na aplicação inserindo os seus dados pessoais e uma *password*.

USE CASE	Registar utilizador.
Descrição	Um utilizador regista-se na aplicação.
Ator	Utilizador.
Pré-condição	O utilizador não está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador seleciona para registar uma nova conta.
Pós condição	O utilizador regista com sucesso uma nova conta na aplicação.
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para se registar. 2. A aplicação solicita as suas informações bem como a password. 3. O utilizador insere os dados. 4. A aplicação processa o pedido e regista o novo utilizador. 5. A aplicação redireciona o utilizador para a página principal.
Fluxo de excessão 1[credenciais inválidas] (passo 4)	<ol style="list-style-type: none"> 4.1 A aplicação verifica que as credencias não são validas. 4.2 A aplicação mostra uma mensagem de erro.

Figura 7: Requisito funcional “registar utilizador”

O requisito funcional, início de sessão do utilizador, especificado na Figura 8, que tem como pré-condição o utilizador não estar autenticado, permite ao mesmo iniciar sessão na aplicação inserindo os seus dados pessoais e uma *password*. Caso o utilizador insira credenciais não reconhecidas pela aplicação deverá aparecer uma mensagem de erro e ser negado o acesso aos dados privados.

USE CASE	Início de sessão de utilizador.
Descrição	Um utilizador registado no sistema inicia sessão na aplicação.
Ator	Utilizador.
Pré-condição	O utilizador não está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador seleciona para iniciar sessão.
Pós condição	O utilizador inicia com sucesso uma sessão na aplicação.
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador inicializa a aplicação. 2. A aplicação solicita o username e password. 3. O utilizador insere o username e password. 4. A aplicação verifica as credenciais e confirma o acesso. 5. A aplicação redireciona o utilizador para a página principal.
Fluxo de excessão 1[credenciais inválidas] (passo 4)	<ol style="list-style-type: none"> 4.1 A aplicação verifica que as credencias não são validas. 4.2 A aplicação mostra uma mensagem de erro.

Figura 8: Requisito funcional “início de sessão do utilizador”

3.2 REGISTO DOS SINAIS VITAIS E DA ATIVIDADE

Em geral, as pessoas necessitam de gerir os seus sinais vitais, atividade física e outros fatores de modo a ter uma vida saudável. No entanto, quando condições como a diabetes ou a hipertensão são diagnosticadas, um

maior controlo da qualidade de vida é fulcral para evitar complicações devido à má gestão da doença. Visto isto, conseguir gerir com sucesso a condição médica e em simultâneo manter atualizados os cuidadores formais e informais pode ser desafiante. Nesta situação, a telemonitorização dos registos de sinais vitais e da atividade pode ser a solução para garantir a todos os perfis envolvidos que uma gestão adequada é efetuada.

A telemonitorização dos registos de sinais vitais e da atividade é feita através de uma aplicação mobile, o que permite ao utilizador consultá-lo a qualquer instante, devido à mobilidade oferecida pelo telemóvel. Com um histórico de todos os registos adicionados e com a possibilidade de acrescentar novos registos manualmente ou automaticamente (via Bluetooth), é permitido ao utilizador ter um maior controlo do seu estado de saúde.

Deste modo, foi definido um cenário, que ilustra o presente caso de uso numa situação real, que é o seguinte: o senhor José descobriu recentemente que tem diabetes e necessitará de controlar, entre outras coisas, o nível de glicose no sangue. Deste modo, ele regista todas as medições numa aplicação *mobile* para depois mostrar, tanto à sua irmã, a cuidadora informal, como ao seu médico, o cuidador formal, os seus valores no último mês, semestre e ano, permitindo uma melhor gestão da doença.

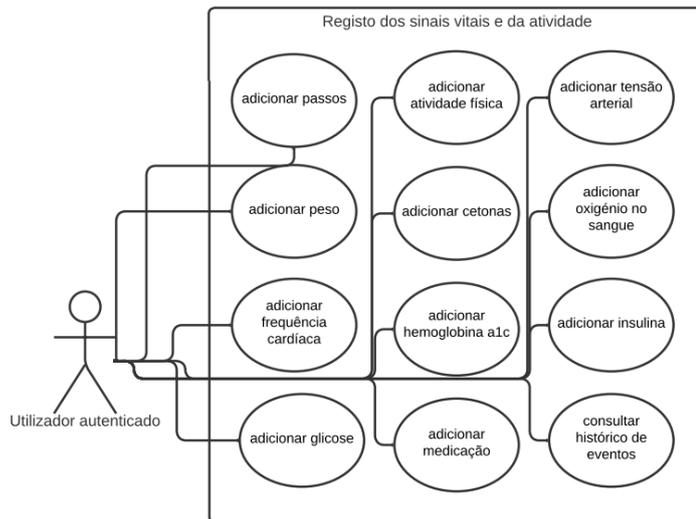


Figura 9: Diagrama de use case “Registo dos sinais vitais e da atividade”

Para o módulo do registo dos sinais vitais e da atividade foram definidos doze requisitos funcionais como pode ser verificado na Figura 9. De seguida é apresentada a especificação de cada requisito para uma melhor compreensão.

O requisito funcional, adicionar nível de glicose, especificado na Figura 10, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo registar o nível de glicose, inserindo manualmente o valor, com uma descrição rápida para posteriormente consultar. Em alternativa deve permitir também o registo automático através da conexão via Bluetooth de um dispositivo médico. As tags foram definidas em função dos momentos de refeição do dia devido ao nível de glicose ser afetado a cada refeição ingerida pelo utilizador. Sendo assim, as tags definidas para a adição da glicose foram as seguintes: “Ao acordar”, “Antes do pequeno-almoço”,

“Após pequeno-almoço”, “Antes do almoço”, “Após almoço”, “Antes do jantar”, “Após jantar”, “Antes do lanche”, “Após lanche”, “Antes do exercício físico”, “Durante exercício físico”, “Após exercício físico” e “Antes de dormir”.

USE CASE	Adicionar nível de glicose
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação insere um novo evento com o nível de glicose.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador seleciona a opção de adicionar uma nova medição.
Pós condição	O utilizador adiciona com sucesso um novo evento com o registo de glicose.
Tags	Ao acordar, antes de pequeno-almoço, após pequeno-almoço, antes almoço, após almoço, antes jantar, após jantar, antes lanche, após lanche, antes durante e após exercício físico e antes de dormir.
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar uma nova medição. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de medições que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador seleciona o registo da glicose. 4. A aplicação devolve uma página com os detalhes necessários para adicionar um novo registo da glicose. 5. O utilizador insere o nível de glicose e carrega no botão de guardar. 6. A aplicação mostra o novo registo adicionado ao evento. 7. O utilizador confirma os registos efetuados. 8. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.
Fluxo alternativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar uma nova medição. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador liga o Bluetooth do telemóvel 4. A aplicação procura por dispositivos na proximidade. 5. O utilizador conecta o seu dispositivo de monitorização contínua de glicose (CGM). 6. A aplicação adiciona a medição de glicose. 7. O utilizador confirma os registos efetuados. 8. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.

Figura 10: Requisito funcional “adicionar nível de glicose”

O requisito funcional, adicionar frequência cardíaca, especificado na Figura 11, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo registar a frequência cardíaca, inserindo manualmente o valor, com uma descrição rápida para posteriormente consultar. Em alternativa deve permitir também o registo automático através da conexão via Bluetooth de um dispositivo médico. As tags foram definidas em função de descrições úteis para o utente que realiza a medição, por exemplo, o braço em que é efetuada a medição, a posição do corpo e se sente uma possível arritmia cardíaca. Sendo assim, as tags definidas para a adição da frequência cardíaca foram as seguintes: “Arritmia”, “Deitado”, “Sentado”, “Mão direita” e “Mão esquerda”.

USE CASE	Adicionar frequência cardíaca
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação insere um novo evento com a frequência cardíaca.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador seleciona a opção de adicionar uma nova medição.
Pós condição	O utilizador adiciona com sucesso um novo evento com o registo da frequência cardíaca.
Tags	Arritmia, deitado, sentado, mão direita, mão esquerda.
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar uma nova medição. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador seleciona o registo da frequência cardíaca. 4. A aplicação devolve uma página com os detalhes necessários para adicionar um novo registo da frequência cardíaca. 5. O utilizador insere o nível de frequência cardíaca e carrega no botão de guardar. 6. A aplicação mostra a nova medição adicionada ao evento. 7. O utilizador confirma as medições efetuadas. 8. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.
Fluxo alternativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar uma nova medição. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador liga o Bluetooth do telemóvel 4. A aplicação procura por dispositivos na proximidade. 5. O utilizador conecta o seu eletrocardiógrafo e efetua a medição. 6. A aplicação adiciona a medição da frequência cardíaca ao evento. 7. O utilizador confirma os registos efetuados. 8. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.

Figura 11: Requisito funcional “adicionar frequência cardíaca”

O requisito funcional, adicionar insulina aplicada, especificado na Figura 12, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo registar a insulina aplicada, inserindo manualmente o valor, para posteriormente consultar.

USE CASE	Adicionar insulina aplicada
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação insere um novo evento com a insulina aplicada.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador seleciona a opção de adicionar uma nova medição.
Pós condição	O utilizador adiciona com sucesso um novo evento com o registo da insulina aplicada.
Tags	Rápida, intermédia, longa, Mistura, NPH.
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar uma nova medição. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador seleciona adicionar a insulina aplicada. 4. A aplicação devolve uma página com os detalhes necessários para adicionar um novo registo da insulina aplicada. 5. O utilizador insere a quantidade de insulina aplicada e carrega no botão de guardar. 6. A aplicação mostra o novo registo adicionado ao evento. 7. O utilizador confirma os registos efetuados. 8. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.
Fluxo alternativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar uma nova medição. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador liga o Bluetooth do telemóvel 4. A aplicação procura por dispositivos na proximidade. 5. O utilizador conecta a sua Smart pen de insulina e efetua a aplicação da insulina. 6. A aplicação adiciona a medição da insulina ao evento. 7. O utilizador confirma os registos efetuados. 8. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.

Figura 12: Requisito funcional “adicionar insulina aplicada”

Em alternativa deve permitir também o registo automático através da conexão via Bluetooth de um dispositivo médico. Para definir as tags foram levantados os tipos de insulina mais comuns usados por diabéticos. Sendo assim, as tags definidas para a adição da insulina aplicada foram as seguintes: “Rápida”, “Intermediária”, “Longa”, “Mistura” e “NPH”.

Os restantes requisitos funcionais do módulo de registo dos sinais vitais e da atividade encontram-se no Anexo A.

3.3 REGISTO DA NUTRIÇÃO

Uma alimentação saudável é essencial para ter um estilo de vida equilibrado. Esta necessidade é agravada quando condições como a diabetes e hipertensão são diagnosticadas, visto que, no caso da primeira, os hidratos de carbono influenciam o nível de glicose no sangue, e em ambas as doenças a obesidade é vista como um fator de risco. Ao registar os macronutrientes ingeridos em cada refeição realizada, o utilizador aumenta o controlo que tem sobre a sua alimentação, podendo estar deste modo mais perto de atingir o seu peso corporal ideal. A monitorização dos macronutrientes ingeridos é feita através de uma aplicação *mobile*, o que permite ao utilizador consultar os mesmos a qualquer instante, devido à mobilidade oferecida pelo telemóvel. Com o histórico da sua alimentação e com a possibilidade de acrescentar novos registos de várias formas, (pesquisando por alimentos, criando receitas, entre outras), o utilizador pode controlar melhor o seu estado nutricional.

Deste modo, foi definido um cenário, que ilustra o presente caso de uso numa situação real, que é o seguinte: o senhor José descobriu recentemente que tem diabetes, e como tal necessita de controlar, entre outras coisas, o nível de hidratos de carbono. Deste modo, ele regista todas as refeições numa aplicação *mobile* para depois conseguir acompanhar o total de hidratos de carbono e calorias diárias.

Para o módulo do registo da nutrição foram definidos oito requisitos funcionais como pode ser verificado na Figura 13. De seguida é apresentada a especificação de cada requisito para uma melhor compreensão.

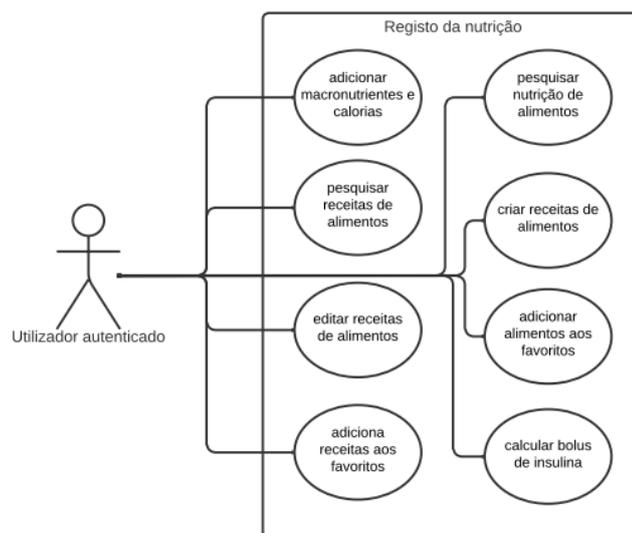


Figura 13: Diagrama de use case “Registo da nutrição”

O requisito funcional, adicionar macronutrientes, especificado na Figura 14, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo registar os macronutrientes e calorias ingeridos, inserindo manualmente o valor, para posteriormente consultar. Em alternativa deve permitir também o registo automático através de uma foto aos alimentos ingeridos.

USE CASE	Adicionar macronutrientes(Hidratos de carbono, proteína, gordura) e calorias.
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação insere um novo evento com os macronutrientes e calorias ingeridas.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador seleciona a opção de adicionar alimentação.
Pós condição	O utilizador adiciona com sucesso um novo evento com o registo dos macronutrientes e calorias.
Tags	
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar uma alimentação. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador seleciona os hidratos de carbono. 4. A aplicação devolve uma página com os detalhes necessários para adicionar um novo registo dos macronutrientes e calorias. 5. O utilizador insere a quantidade de hidratos, proteína, gordura e calorias e carrega no botão de guardar. 6. O utilizador confirma os registos efetuados. 7. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.
Fluxo alternativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar uma alimentação. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador seleciona os hidratos de carbono. 4. A aplicação devolve uma página com os detalhes necessários para adicionar um novo registo dos macronutrientes e calorias. 5. O utilizador liga a câmara do telemóvel 6. O utilizador tira uma imagem aos alimentos que vai ingerir. 7. A aplicação deteta na imagem os alimentos e calcula os hidratos de carbono dos mesmos. 8. O utilizador confirma os alimentos detetados. 9. A aplicação adiciona o registo dos macronutrientes e calorias. 10. O utilizador confirma os registos efetuados. 11. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.

Figura 14: Requisito funcional “adicionar macronutrientes”

O requisito funcional, pesquisar nutrição de alimentos, especificado na Figura 15, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo pesquisar informações nutricionais sobre alimentos, inserindo manualmente o nome do respetivo alimento. Em alternativa, deve permitir também a pesquisa automática através de uma foto ao código de barras do alimento.

USE CASE	Pesquisar nutrição de alimentos
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação pesquisa informação nutricional de alimentos.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador seleciona a opção de adicionar alimentação.
Pós condição	O utilizador pesquisa com sucesso informação nutricional de alimentos.
Tags	
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar alimentação. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador seleciona a pesquisa de alimentos. 4. A aplicação devolve uma página com os detalhes necessários para pesquisar os macronutrientes e calorias de alimentos. 5. O utilizador pesquisa pelo nome os alimentos que ingere. 6. A aplicação devolve os alimentos pesquisados e a sua respetiva informação nutricional. 7. O utilizador opcionalmente adiciona os alimentos para registo do seus macronutrientes e calorias. 8. O utilizador confirma os registos efetuados. 9. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.
Fluxo alternativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar alimentação. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador seleciona a pesquisa de alimentos. 4. A aplicação devolve uma página com os detalhes necessários para pesquisar os macronutrientes e calorias de alimentos. 5. O utilizador seleciona para pesquisar o alimento via código de barras. 6. O utilizador liga a câmara do telemóvel. 7. O utilizador tira uma imagem do código de barras do alimento 8. A aplicação deteta na imagem o código de barras e devolve a informação nutricional do alimento. 9. O utilizador confirma os alimentos detetados. 10. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.

Figura 15: Requisito funcional “pesquisar nutrição de alimentos”

O requisito funcional, pesquisar receitas de alimentos, especificado na Figura 16, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo pesquisar receitas previamente criadas pelo próprio, inserindo manualmente o nome da receita.

USE CASE	Pesquisar receitas de alimentos.
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação pesquisa receitas de alimentos.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador seleciona a opção de adicionar alimentação.
Pós condição	O utilizador pesquisa com sucesso receitas de alimentos.
Tags	
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar alimentação. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador seleciona a pesquisa de receitas. 4. A aplicação devolve uma página com os detalhes necessários para pesquisar receitas. 5. O utilizador pesquisa pelo nome receitas criadas previamente. 6. A aplicação devolve as receitas pesquisados e a sua respetiva informação nutricional. 7. O utilizador confirma os registos efetuados. 8. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.

Figura 16: Requisito funcional “pesquisar receitas de alimentos”

Os restantes requisitos funcionais do módulo do registo da nutrição encontram-se no Anexo B.

3.4 VISUALIZAÇÃO GRÁFICA DE REGISTOS DE SINAIS VITAIS E DA ROTINA

Visualizar graficamente os registos efetuados ao longo de diferentes intervalos de tempo é importante para o utilizador conseguir identificar em que alturas do dia apresentava valores a baixo, na média e superiores à média. É também possível identificar padrões, o que permite estar mais vigilante nos momentos que tendencialmente são mais críticos. Deste modo, a visualização através de gráficos com duas dimensões (tempo / valor da medição) permite ao utilizador verificar os valores ao longo do tempo — num dado dia, durante uma semana, entre duas datas específicas, etc.. Além disso, é possível sobrepor 1 ou mais valores de modo a procurar correlações entre várias métricas.

Deste modo, foi definido um cenário, que ilustra o presente caso de uso numa situação real, que é o seguinte: o senhor José quer visualizar os seus valores de glicose no sangue e também de pressão arterial. Ao experimentar alterar o gráfico com diferentes intervalos de tempo descobre que o sábado é o dia com a glicose mais elevada e no domingo tem a pressão arterial com melhores valores. Deste modo, o senhor José começa a ter mais atenção ao sábado, resultando numa melhor gestão do nível de glicose.

Para o módulo da visualização gráfica foram definidos três requisitos funcionais como pode ser verificado na Figura 17. De seguida é apresentada a especificação de cada requisito para uma melhor compreensão.

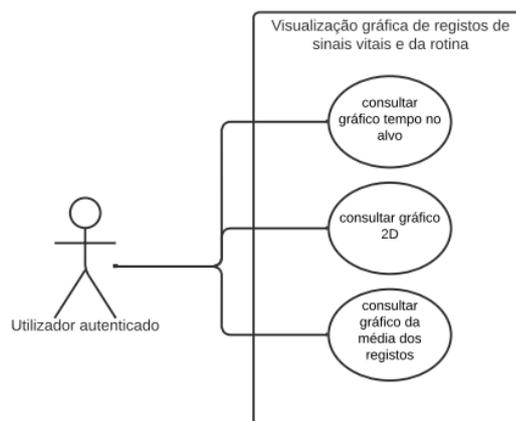


Figura 17: Diagrama de use case “Visualização gráfica de registos de sinais vitais e da rotina”

O requisito funcional, consultar gráfico 2D, especificado na Figura 18, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo consultar os valores de uma medição ao longo do tempo.

USE CASE	Consultar gráfico 2D (valor medição/tempo)
Descrição	Utilizador autenticado na aplicação visualiza os registos efetuados ao longo do tempo na forma de um gráfico 2D
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador navega para a página de gráficos.
Pós condição	O utilizador consulta com sucesso os gráficos dos registos previamente gravados.
Tags	
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador navega para a página dos gráficos. 2. A aplicação apresenta o(s) gráfico(s) e os diferentes tipos de registos que podem ser visualizados. 3. O utilizador seleciona um ou mais registos e o formato de tempo que pretende (1 ano, 1 mês, 1 semana, 1 dia). 4. A aplicação apresenta o gráfico com os registos escolhidos no formato de tempo definido.

Figura 18: Requisito funcional “consultar gráfico 2D”

O requisito funcional, consultar gráfico tempo no alvo, especificado na Figura 19, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo consultar a percentagem do tempo em que os registos efetuados estiveram dentro dos respetivos limites (*thresholds*).

USE CASE	Consultar gráfico tempo no alvo.
Descrição	Utilizador autenticado na aplicação visualiza o gráfico da percentagem do tempo em que os registos efetuados estiverem no alvo (thresholds).
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador navega para a página de gráficos.
Pós condição	O utilizador consulta com sucesso o gráfico do tempo no alvo.
Tags	
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador navega para a página dos gráficos. 2. A aplicação apresenta o(s) gráfico(s) e os diferentes tipos de registos que podem ser visualizados. 3. O utilizador seleciona um ou mais registos e o formato de tempo que pretende (1 ano, 1 mês, 1 semana, 1 dia). 4. A aplicação apresenta o gráfico do tempo no alvo com os registos escolhidos no formato de tempo definido.

Figura 19: Requisito funcional “consultar gráfico tempo no alvo”

O requisito funcional, consultar gráfico da média dos registos durante o dia, especificado na Figura 20, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo consultar a média dos registos efetuados durante os diferentes momentos do dia.

USE CASE	Consultar gráfico da média dos registos durante o dia.
Descrição	Utilizador autenticado na aplicação visualiza o gráfico da média dos registos durante o dia denotando assim quais são as horas críticas para a dada medição.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador navega para a página de gráficos.
Pós condição	O utilizador consulta com sucesso o gráfico da média dos registos durante o dia.
Tags	
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador navega para a página dos gráficos. 2. A aplicação apresenta o(s) gráfico(s) e os diferentes tipos de registos que podem ser visualizados. 3. O utilizador seleciona um ou mais registos e o formato de tempo que pretende (1 ano, 1 mês, 1 semana, 1 dia). 4. A aplicação apresenta o gráfico da média dos registos durante o dia no formato de tempo definido.

Figura 20: Requisito funcional “consultar gráfico da média dos registos durante o dia”

3.5 ESTATÍSTICAS DOS REGISTOS EFETUADOS

As estatísticas dos registos efetuados pelo utilizador são importantes, visto que permitem saber facilmente se os registos diários, semanais ou mensais recomendados foram efetuados, além de apresentar valores de médias durante os diferentes intervalos de tempo, refletindo a qualidade da gestão efetuada até ao momento. Consequentemente, uma página de estatísticas possibilita ao utilizador saber instantaneamente as médias das medições que realizou, com que frequência regista os valores e, assim, ter uma melhor noção da qualidade da gestão que está a ser feita.

Deste modo, foi definido um cenário, que ilustra o presente caso de uso numa situação real, que é o seguinte: o senhor José quer verificar que a gestão que realiza está de acordo com as indicações dadas pelo seu médico. Ao fazê-lo, verifica que, embora a média da glicose esteja nos valores esperados, a quantidade de registos efetuados diariamente está a baixo do indicado. Sabendo isto, o senhor José ajusta a sua rotina e começa a efetuar mais medições diárias, com o objetivo a ter uma melhor gestão da sua condição de saúde.

Para o módulo de estatísticas foram definidos três requisitos funcionais como pode ser verificado na Figura 21. De seguida é apresentada a especificação de cada requisito para uma melhor compreensão.

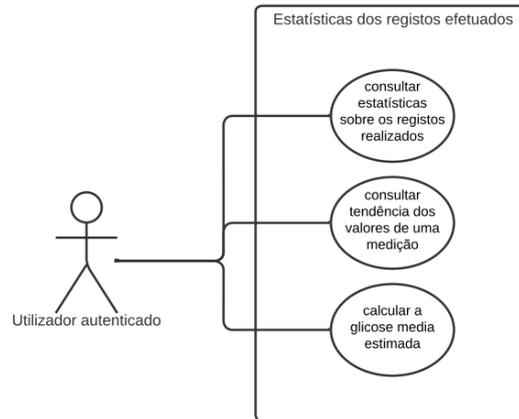


Figura 21: Diagrama de use case “Estatísticas dos registos efetuados”

O requisito funcional, consultar estatísticas sobre os registo realizados, especificado na Figura 22, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo consultar métricas sobre os registos efetuados como a média, desvio padrão, valor máximo, valor mínimo, mediana, numero total de medições e numero de medições por dia.

USE CASE	Consultar estatísticas sobre os registos realizados.
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação consulta estatísticas(media, desvio padrão, máximo, mínimo, mediana, n.º medições, n.º medições) dos registos efetuados ao longo do tempo
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador navega para a página de estatísticas.
Pós condição	O utilizador consulta com sucesso estatísticas dos registos previamente gravados
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador navega para a página das estatísticas. 2. A aplicação apresenta a página das estatísticas e os diferentes tipos de registos que podem ser visualizados. 3. O utilizador seleciona ver as estatísticas sobre os registos realizados. 4. A aplicação apresenta as estatísticas permitindo mudar o formato do tempo.

Figura 22: Requisito funcional “consultar estatísticas sobre os registo realizados”

O requisito funcional, consultar tendência dos valores de uma medição, especificado na Figura 23, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo consultar a tendência de uma dada medição, isto é, se a previsão é subir, manter ou descer.

USE CASE	Consultar tendência dos valores de uma medição.
Descrição	Utilizador autenticado na aplicação visualiza Consultar a tendência dos valores de uma medição (subir, descer, manter).
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador navega para a página de estatísticas.
Pós condição	O utilizador consulta com sucesso a tendência dos valores de uma medição
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador navega para a página das estatísticas. 2. A aplicação apresenta a página das estatísticas e os diferentes tipos de registos que podem ser visualizados. 3. O utilizador seleciona ver a tendência dos valores registados. 4. A aplicação apresenta a tendência dos valores de uma medição (subir, descer, manter)

Figura 23: Requisito funcional “consultar tendência dos valores de uma medição”

O requisito funcional, calcular glicose média estimada, especificado na Figura 24, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo calcular a glicose média estimada dado o último valor de Hemoglobina glicada inserida.

USE CASE	Calcular Glicose média estimada (GME).
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação efetua o cálculo da glicose media estimada com base num valor de HbA1c registado anteriormente
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação e registou um valor de HbA1c
Ação	O utilizador navega para a página de estatísticas.
Pós condição	O utilizador calcula com sucesso a glicose media estimada
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador navega para a página das estatísticas. 2. A aplicação apresenta a página das estatísticas e os diferentes tipos de registos que podem ser visualizados. 3. O utilizador seleciona o cálculo da glicose media estimada. 4. A aplicação apresenta o resultado com base no último registo de HbA1c

Figura 24: Requisito funcional “calcular glicose média estimada”

3.6 OBJETIVOS DIÁRIOS

Os objetivos diários do utilizador permitem uma melhor gestão diária da sua saúde, encorajando a definição e o atingir de metas. Um módulo de objetivos diários onde o utilizador consegue consultar facilmente o seu progresso e uma página de definições para o personalizar permite ao utilizador estar sempre atualizado sobre as suas metas.

Deste modo, foi definido um cenário, que ilustra o presente caso de uso numa situação real, que é o seguinte: o senhor José quer atingir certas metas diárias, como a quantidade de registos de glicose que efetua e as calorias que ingere. Para isso, ele ativa os objetivos diários na aplicação *mobile* que usa e personaliza as metas, estando sempre atualizado sobre o seu progresso.

Para o módulo de objetivos diários foram definidos dois requisitos funcionais como pode ser verificado na Figura 25. De seguida é apresentada a especificação de cada requisito para uma melhor compreensão.

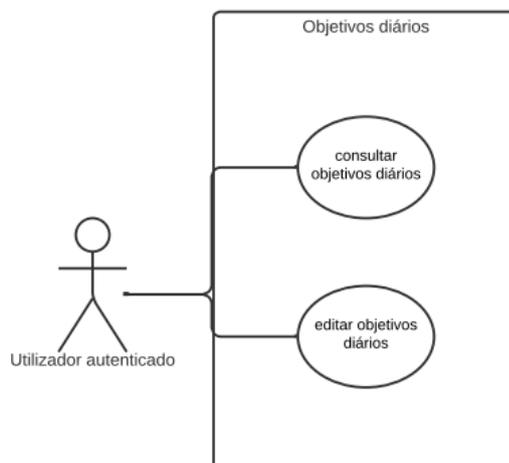


Figura 25: Diagrama de use case “Estatísticas dos registos efetuados”

O requisito funcional, consultar objetivos diários, especificado na Figura 26, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo consultar o estado atual dos objetivos diários tendo uma maior precessão do progresso efetuado.

USE CASE	Consultar objetivos diários.
Descrição	Utilizador autenticado na aplicação visualiza o estado dos seus objetivos diários.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	Utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador navega para a página principal da aplicação.
Pós condição	O utilizador consulta com sucesso o estado dos seus objetivos diários.
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador navega para a página principal da aplicação. 2. A aplicação apresenta os objetivos e o seu respetivo estado. 3. O utilizador consulta os seus objetivos.

Figura 26: Requisito funcional “consultar objetivos diários”

O requisito funcional, editar objetivos diários, especificado na Figura 27, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo alterar as metas dos objetivos diários, personalizando os mesmos as suas necessidades.

USE CASE	Editar objetivos diários.
Descrição	Utilizador autenticado na aplicação editar as metas dos seus objetivos diários.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador navega para a página de definições.
Pós condição	O utilizador edita com sucesso as metas dos objetivos diários.
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none">1. O utilizador navega para a página de definições.2. A aplicação apresenta as metas dos objetivos diários.3. O utilizador altera as metas e guarda as alterações.4. A aplicação apresenta os objetivos com as metas atualizadas.

Figura 27: Requisito funcional “editar objetivos diários”

ARQUITETURA

Este capítulo apresenta a arquitetura da solução desenvolvida. Começa por introduzir a representação de alto nível e depois apresenta a *framework* e a linguagem de programação utilizadas. De seguida, apresenta as APIs a utilizar pela solução e o modelo de dados que utiliza. Por fim, é efetuada uma análise da integração da aplicação mobile SmartAL às necessidades de diabéticos e hipertensos.

4.1 REPRESENTAÇÃO DE ALTO NÍVEL

A representação de alto nível da solução a ser desenvolvida, representada na Figura 28, para gerir e telemonitorizar diabéticos e hipertensos consiste na aplicação *mobile* SmartAL que interage com dois serviços. A solução contém vários componentes, sendo estes: a *UI* que constrói a interface com que o utilizador interage; os controladores, que gerem o estado da aplicação, os serviços, que fazem diversos pedidos às API; e, por fim, os *managers* da *cache* e de sessão da aplicação. Estes módulos permitem que a aplicação desenvolvida cresça em larga escala, devido à separação do código, tornando mais fácil de manter e iterar.

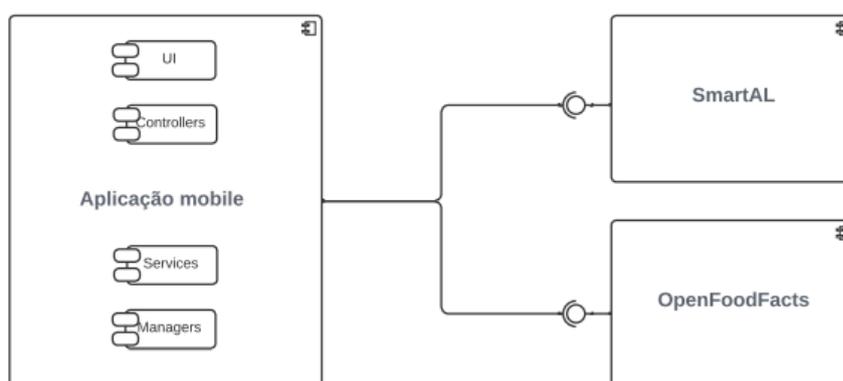


Figura 28: Representação de alto nível da solução

A solução desenvolvida deve ser integrada com o servidor SmartAL, sendo a comunicação efetuada através de uma interface de aplicação (API) REST com o uso do protocolo HTTP. Esta integração é essencial, visto

que é no servidor SmartAL que é guardada toda a informação pessoal e médica do utilizador, bem como todas as medições que efetuou. Por fim, o OpenFoodFacts é uma API com informações de alimentos que deve ser integrada para ser possível ao utilizador pesquisar os valores nutricionais da sua alimentação.

4.2 FRAMEWORK E LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO

Uma *framework* ou estrutura de *software* é uma plataforma concreta ou concetual, onde o código comum com funcionalidade genérica pode ser seletivamente especializado ou substituído, por programadores ou utilizadores. As *frameworks* assumem a forma de bibliotecas, onde uma API bem definida é reutilizada em qualquer lugar no *software* em desenvolvimento (Techopedia (2018)).

No âmbito deste projeto a *framework* utilizada foi o Flutter, que é uma plataforma *open source* para o desenvolvimento de aplicações *mobile*, criada pela Google em 2017. A principal vantagem é que permite desenvolver aplicações compatíveis com Android e iOS com uma única fonte de código, devido à componente híbrida de desenvolvimento do Flutter introduzida na versão 1 em 2018 (Ahmed (2020)). Além do referido atrás, existe uma comunidade grande de apoio que em 2020 ultrapassou o *React Native* tornando-se a plataforma híbrida para desenvolvimento de aplicações *mobile* mais popular (Zaleski (2022)).

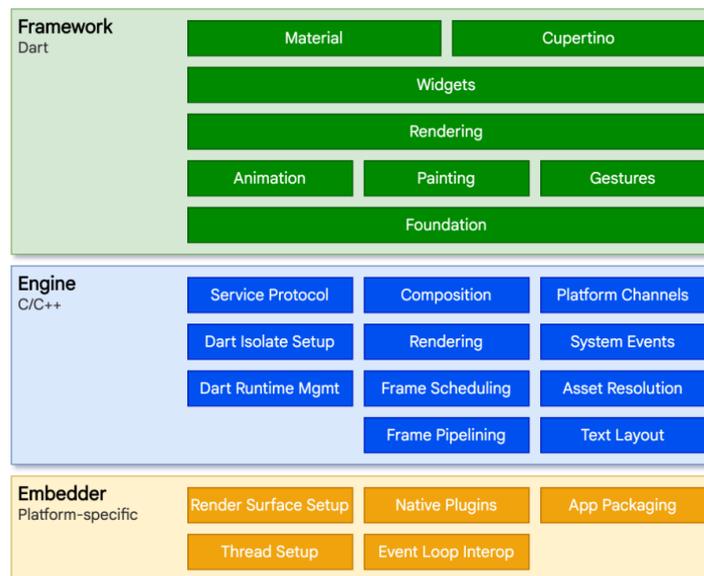


Figura 29: Visão geral da arquitetura do Flutter (Flutter (2022))

Em termos de arquitetura, a base do Flutter é escrita principalmente em C++ e suporta as primitivas necessárias para suportar todas as aplicações da *framework*. Além disso, fornece a implementação de baixo nível da API principal do Flutter, incluindo gráficos (através do Skia), layout de texto, I/O de ficheiros e rede, suporte de acessibilidade, arquitetura de *plug-in* e um conjunto de ferramentas de tempo de execução e compilação da linguagem de programação Dart (Flutter (2022)) como pode ser verificado na Figura 29.

O Dart é uma linguagem de programação criada pela Google em 2011, otimizada para construir *interfaces* para o utilizador com recursos como *null safety*, o operador *spread* para expandir coleções, e a personalização de coleções para customizar a *interface* do utilizador para cada plataforma (Dart (2022)).

4.3 API DE ACESSO AOS MÓDULOS EXTERNOS

A aplicação *mobile* SmartAL acede a serviços externos como é referido na secção 4.1. A API do servidor do SmartAL é usada principalmente para o registo e consulta das medições efetuadas e para isso são usadas as seguintes APIs.

- **/rest/WsDataManager/Measurements/Last** Últimos registos efetuados de cada medição
- **POST /rest/WsDataManager/Measurements** Adicionar um registo da medição
- **GET /rest/WsDataManager/Measurements** Registos de uma medição entre duas datas
- **/rest/WsDataManager/MHR/Thresholds** Limites de uma medição
- **/rest/Mobile/Mhr/Activities** Todos os registos das atividades
- **/rest/Mobile/Mhr/GoogleFit/LastUpdate** Recebe o último update do GoogleFit ou do HealthKit

Por outro lado, toda e qualquer pesquisa de informação sobre nutrição de alimentos é feita através do OpenFoodFacts, que foi escolhido devido a ser gratuito, a ter uma base de dados extensa e, por fim, porque tem uma integração com o Flutter, o que agiliza o processo de pesquisa e faz com que seja apenas necessário realizar alguma limpeza dos dados obtidos. Deste modo o acesso à API do OpenFoodFacts é feita através do cliente desenvolvido para Flutter usando as seguintes funções:

- **searchProducts** Permite fazer a pesquisa de alimentos com base no nome ou na categoria
- **getProduct** Permite fazer a pesquisa de um alimento com o seu código de barras.

4.4 MODELO DE DADOS

Devido ao SmartAL e ao OpenFoodFacts não suportarem a criação e a pesquisa de receitas, foi necessário a elaboração de um esquema de base de dados que permitisse a persistência das receitas criadas pelo utilizador em disco.

O Modelo de dados das receitas foi desenhado para integrar na aplicação *mobile* uma base de dados SQL. Tendo isso em conta foram definidas 3 tabelas, “food”, “recipe” e “recipe_food”, como pode ser verificado na Figura 30.

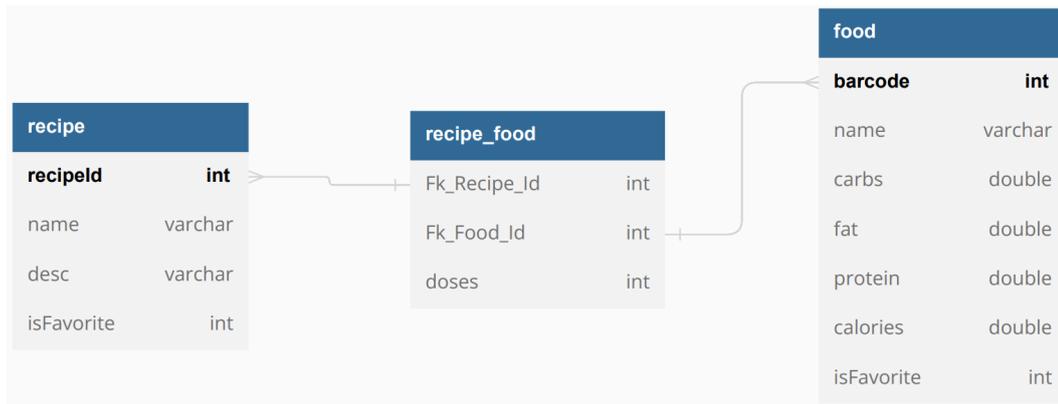


Figura 30: Modelo de dados de receitas

A tabela “food” representa a informação sobre os alimentos. Tem como chave primária o código de barras e contém as respetivas informações nutricionais (hidratos de carbono, gordura, proteína e calorias). Por fim, associa também um nome e se é um alimento favorito.

A tabela “recipe” representa as receitas criadas pelo utilizador. Tem como chave primária um identificador único que automaticamente incrementa cada vez que é adicionado um novo registo à tabela. Além disso, contém as informações adicionais como o nome e descrição e se é uma receita favorita.

A tabela “recipe_food” é uma intermediária que faz a relação muitos para muitos entre a tabela “recipe” e a tabela “food”, o que permite, a cada receita conter vários alimentos e a um alimento pertencer a várias receitas com diferentes doses.

4.5 ANÁLISE DA INTEGRAÇÃO DA APLICAÇÃO MOBILE SMARTAL

A aplicação mobile SmartAL apresenta uma panóplia de funcionalidades para gerir a condição do utilizador comum, no entanto, não tem suporte para utilizadores com condições de saúde específicas como é o caso das doenças crónicas, da diabetes e da hipertensão. Visto isto, a solução a desenvolver passa por adaptar a aplicação mobile SmartAL existente, desenvolvida pela Altice Labs, às necessidades de diabéticos e hipertensos.

Tendo isso em conta, e visando efetuar a integração às necessidades de diabéticos e hipertensos, é efetuado um levantamento dos requisitos funcionais definidos no capítulo 3 à aplicação mobile SmartAL.

Como se pode verificar na Figura 31, a aplicação *mobile* SmartAL apresenta várias lacunas funcionais para gerir efetivamente as condições de saúde de diabéticos e hipertensos. Embora permita adicionar várias medições importantes de forma manual e automática via Bluetooth, esta não permite a introdução de descrições rápidas (tags) no momento do registo, não permite o registo da insulina, hemoglobina e cetonas e, por fim, não apresenta nenhuma funcionalidade no âmbito do módulo da nutrição. O módulo de gráficos e estatísticas apenas apresenta um gráfico semanal e a aplicação também não permite a definição de objetivos diários.

Requisitos funcionais	Aplicação mobile SmartAL
Início de sessão de utilizador.	✓
Registo de utilizador.	✓
Adicionar nível de glicose manual/automático com tags.	✓ / ✓ / ✓ / ✗
Adicionar frequência cardíaca manual/automático com tags.	✓ / ✓ / ✓ / ✗
Adicionar insulina aplicada manual/automático com tags.	✗ / ✗ / ✗ / ✗
Adicionar oxigénio no sangue manual/automático.	✓ / ✓
Adicionar tensão arterial manual/automático com tags.	✓ / ✓ / ✓ / ✗
Adicionar medicação tomada.	✓
Adicionar hemoglobina glicada com tags.	✗ / ✗
Adicionar cetonas com tags.	✗ / ✗
Adicionar atividade física manual/automático.	✗ / ✓
Adicionar passos manual/automático	✓ / ✓
Adicionar peso com tags.	✓ / ✗
Consultar histórico de eventos	✓
Adicionar macronutrientes e calorias. Manual/automático com tags.	✗ / ✗ / ✗ / ✗
Pesquisar nutrição de alimentos. Manual/automático	✗ / ✗
Pesquisar receitas de alimentos.	✗
Criar receitas de alimentos.	✗
Editar receitas de alimentos.	✗
Adicionar alimentos aos favoritos.	✗
Adicionar receitas aos favoritos.	✗
Calcular bolus da insulina.	✗
Consultar gráfico 2D (valor medição/tempo) dia/semana/mês/ano.	✗ / ✓ / ✗ / ✗
Consultar gráfico tempo no alvo.	✗
Consultar gráfico da média dos registos durante o dia.	✗
Consultar estatísticas sobre os registos realizados.	✗
Consultar tendência dos valores de uma medição.	✗
Calcular glucose media estimada(GME)	✗
Consultar objetivos diários	✗
Editar objetivos diários	✗

Figura 31: Mapa funcional da aplicação *mobile* SmartAL

Por fim, o estudo funcional realizado à aplicação *mobile* do SmartAL deixou claro quais as funcionalidades que são necessárias serem implementadas para a aplicação ter suporte a utilizadores com hipertensão e diabetes. Deste modo, as funcionalidades não encontradas na análise efetuada vão ser implementadas na aplicação *mobile* do SmartAL durante o processo de desenvolvimento da presente dissertação, clarificando significativamente o caminho necessário a percorrer.

DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO MÓVEL

O presente capítulo, descreve os processos utilizados no desenvolvimento da aplicação mobile SmartAL tornado-a integrada às necessidades de diabéticos e hipertensos. Começa por introduzir a estrutura do projeto e o processo utilizado. De seguida é apresentada a implementação dos requisitos funcionais e, por fim, os testes de software efetuados em conjunto com um teste piloto com um utilizador final.

5.1 ESTRUTURA DO PROJETO

A estrutura do projeto, como pode ser verificado na Figura 32, é dividida em duas três secções: assets, lib e test. Os assets contêm vários conteúdos estáticos como, por exemplo, imagens, fontes tipográficas, traduções de Português e Inglês (visto que a aplicação permite as duas línguas), e também o algoritmo de TensorFlow que permite identificar alimentos a partir de imagens.

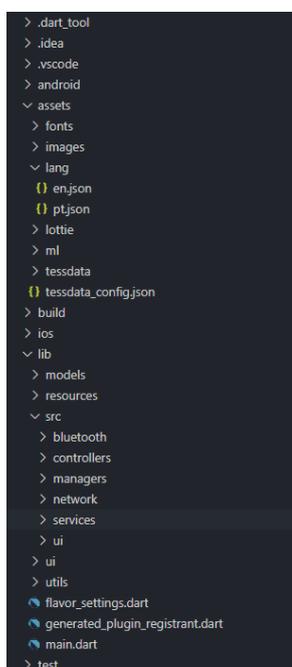


Figura 32: Estrutura do projeto

Por seu lado, a *lib* contém todo o código-fonte necessário para o desenvolvimento da aplicação, desde chamadas à *API* do servidor do SmartAL ao desenho da *interface* com que o utilizador interage. Devido à sua complexidade, está dividida em várias pastas, em que cada uma tem uma funcionalidade específica. As principais secções do código-fonte são as seguintes:

- *Models* — contém as classes que mapeiam as entidades recebidas do *back-end*
- *Resources* — contém a paleta de cores da aplicação, constantes necessárias e funções estáticas
- *Bluetooth* — contém o código para a integração dos dispositivos médicos reconhecidos pela aplicação
- *Controllers* — contém o código que controla a lógica e o estado da aplicação
- *Managers* — contém a gestão de sessão do utilizador, a base de dados SQL lite e o modo *offline*
- *Network* — contém a definição dos *endpoints* do *back-end*
- *Services* — contém o código que efetua os pedidos a *API* do SmartAL e do OpenFoodFacts
- *UI* — contém o código da *interface* visível ao utilizador final

Por fim, a secção de testes contém os testes unitários que garantem a manutenção das funcionalidades da aplicação.

5.2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO

O processo de desenvolvimento da aplicação teve uma duração de 5 meses, março 2022 – julho 2022, com várias fases distintas. Inicialmente envolveu o desenho de *mockups* da *interface* do utilizador com grande foco no módulo da nutrição, por ser uma *interface* nova na aplicação que era necessário desenvolver e não a adaptação de uma existente. O desenho do módulo da nutrição teve várias iterações, sempre com o objetivo de proporcionar a melhor experiência a diabéticos e hipertensos que utilizem a aplicação. Um exemplo de desenhos desenvolvidos para a nutrição pode ser visto na Figura 33, em que foi utilizado o Figma, uma aplicação de design de interface de utilizador e edição de gráficos.

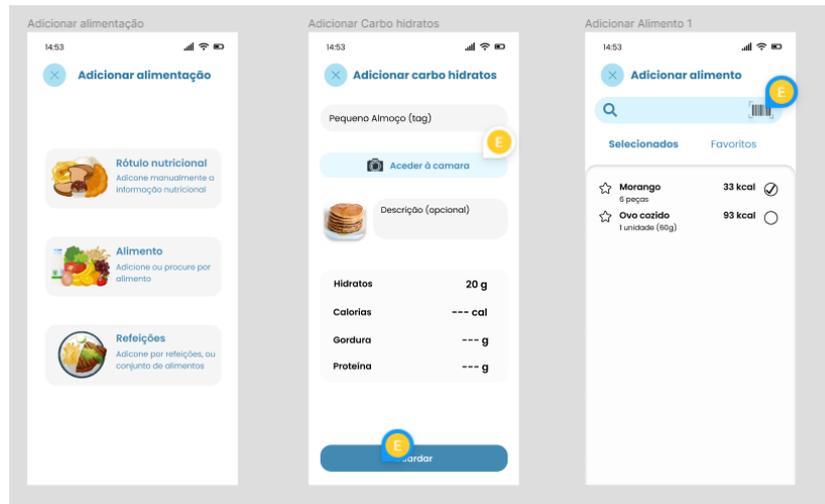


Figura 33: Mockups

De seguida, começou o processo de desenvolvimento dos requisitos funcionais. Em primeiro lugar foram introduzidas as novas medições e as tags correspondentes. Em segundo lugar foi desenvolvido o módulo da nutrição. Em terceiro lugar, os gráficos e estatísticas e, por fim, os objetivos diários do utilizador. O desenvolvimento das funcionalidades fez uso do Apache Subversion (SVN) para versionamento, com o TortoiseSVN como aplicação cliente. Estas soluções permitem o registo e visualização do histórico de alterações dos ficheiros e a partilha do código-fonte entre os vários elementos da equipa.

Durante todo o desenvolvimento foi seguido o guia apresentado, em parte, na Figura 34 para assegurar os requisitos de design da aplicação. O guia, previamente desenvolvido pela Altice Labs, para as aplicações web e mobile, contém definições de paleta de cores, tamanho e fonte tipográfica para vários componentes essenciais a qualquer aplicação, como: botões, caixas de texto, menus, cards, listas e tabelas. Deste modo, é possível desenvolver uma aplicação com uma interface e experiência de utilização consistentes, o que remove ambiguidades na utilização, principalmente para utilizadores inexperientes, e melhora a qualidade do tempo passado a utilizar a aplicação.

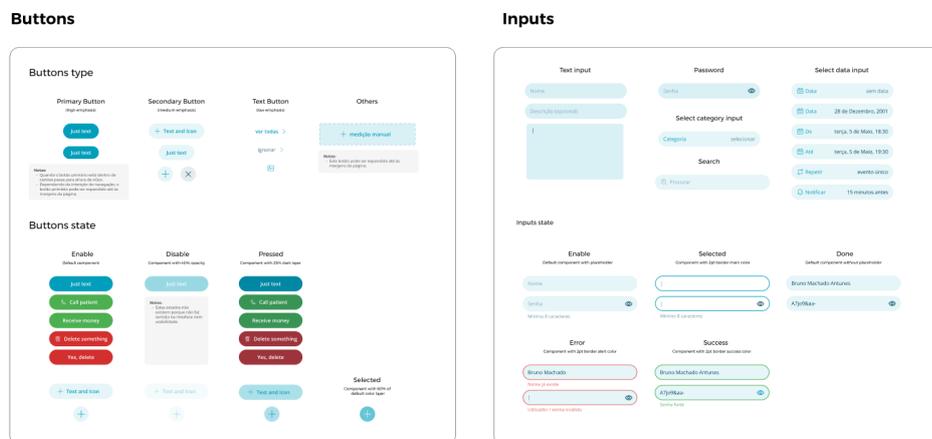


Figura 34: Guia de estilos

Por fim, o processo envolveu a escrita de testes unitários e um ensaio da aplicação com um utilizador diabético. Todo o processo foi efetuado com reuniões semanais para a definição de objetivos e rever o trabalho desenvolvido, permitindo uma iteração rápida do projeto.

5.3 IMPLEMENTAÇÃO DOS REQUISITOS FUNCIONAIS

Para a implementação dos requisitos funcionais foi utilizada a aplicação de apoio ao desenvolvimento de software (IDE) Android Studio (Studio (2022)) e para teste foram utilizados os dispositivos móveis Google Pixel XL com o sistema operativo Q 10 e o Samsung A52 com o sistema operativo Android 12 Snow Cone. As funcionalidades apresentadas nesta secção são as que foram adaptadas ou desenvolvidas no âmbito da dissertação, ou seja, são os requisitos funcionais definidos no capítulo 3 que não estavam previamente implementados na aplicação *mobile* do SmartAL, como pode ser verificado na secção 4.5.

5.3.1 Registo dos sinais vitais e da atividade

No registo manual dos sinais vitais e da atividade foram adicionadas 3 novas medições, sendo estas a insulina, a hemoglobina e as cetonas, e modificadas outras 3, a glicose, a frequência cardíaca e a tensão arterial, representadas na Figura 35. As medições adicionadas pretendem permitir ao utilizador registar mais informação sobre o seu controlo da diabetes. Por outro lado, as *tags* integradas no registo permitem ao utilizador adicionar informação extra de forma rápida e simples à medição manual.

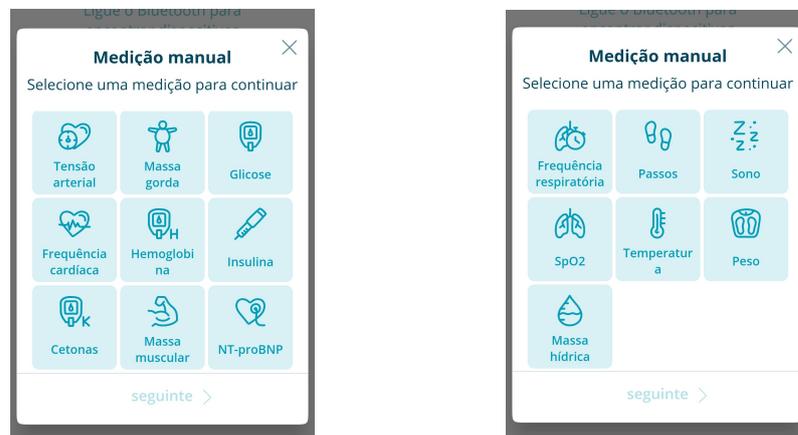


Figura 35: Registo dos sinais vitais e da atividade

Adicionar nível de glicose

A medição manual do nível de glicose, representada na Figura 36, foi integrada com uma lista de descrições (*tags*) que permitem ao utilizador adicionar de forma rápida informação adicional sobre o momento do dia em que efetuou o registo da glicose. Quando o utilizador decide guardar a medição efetuada, a *tag* escolhida é automaticamente inserida no registo, o que permite ao utilizador consultar a mesma no histórico da medição.

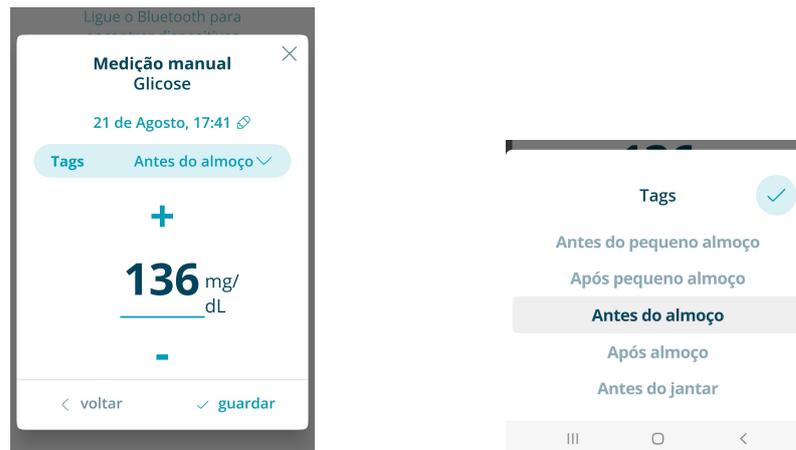


Figura 36: Adicionar nível de glicose

Adicionar frequência cardíaca

A medição manual da frequência cardíaca, representada na Figura 37, foi integrada com uma lista de descrições (*tags*) que permitem ao utilizador adicionar de forma rápida informação adicional sobre o seu estado físico e de que modo é que efetuou o registo. Quando o utilizador decide guardar a medição efetuada, a *tag* escolhida é automaticamente inserida no registo, o que permite ao utilizador consultar a mesma no histórico da medição.

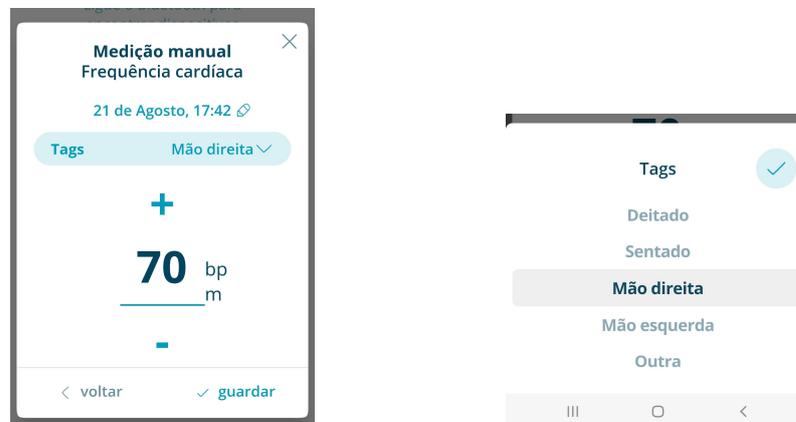


Figura 37: Adicionar frequência cardíaca

Adicionar insulina aplicada

A medição manual da insulina, representada na Figura 38, foi adicionada visando permitir aos diabéticos tipo 1 ou equivalentes ter um registo da insulina que aplicam ao longo do dia. Foi também introduzida uma lista de descrições (*tags*) para permitir adicionar de forma rápida informação sobre o tipo de insulina que aplicou.

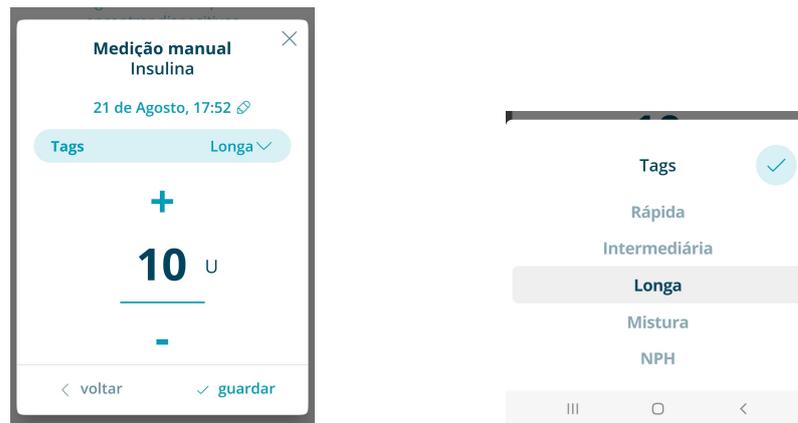


Figura 38: Adicionar insulina aplicada

Adicionar tensão arterial

A medição manual do nível da tensão arterial, representada na Figura 39, foi integrada com uma lista de descrições(tags) que permitem ao utilizador adicionar de forma rápida informação adicional sobre o seu estado físico e de que modo é que efetuou o registo, tal como a frequência cardíaca.

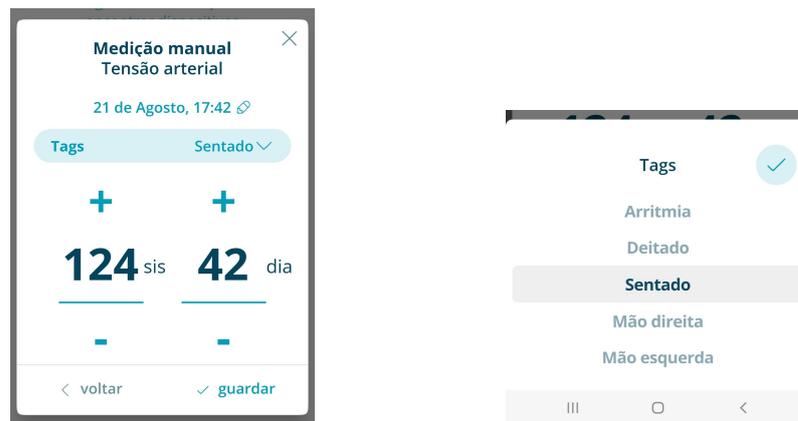


Figura 39: Adicionar tensão arterial

Adicionar hemoglobina glicada

A medição manual da hemoglobina, representada na Figura 40, foi adicionada visando permitir aos diabéticos ter um histórico de registos, visto que é um indicador da qualidade da gestão da diabetes nos últimos 3 meses. Além disso, uma lista de descrições (tags) também foi introduzida para permitir adicionar de forma rápida informação sobre o local onde a medição foi efetuada.



Figura 40: Adicionar hemoglobina glicada

Adicionar cetonas

A medição manual das cetonas, representada na Figura 41, foi adicionada visando permitir aos diabéticos ter um histórico de registos, visto que, tal como a hemoglobina, é um indicador da qualidade da gestão da diabetes. Além disso, uma lista de descrições (*tags*) também foi introduzida para permitir adicionar de forma rápida informação sobre o local onde a medição foi efetuada.



Figura 41: Adicionar cetonas

5.3.2 Registo da nutrição

O modulo da nutrição foi desenvolvido de raiz com o objetivo de permitir ao utilizador registar a sua dieta de uma forma simples. A motivação para o desenvolvimento do mesmo parte do facto de o controlo do peso corporal ser importante para a gestão, tanto da diabetes, como da hipertensão. No caso específico dos diabéticos, acresce a preocupação com o controlo da ingestão de hidratos de carbono.

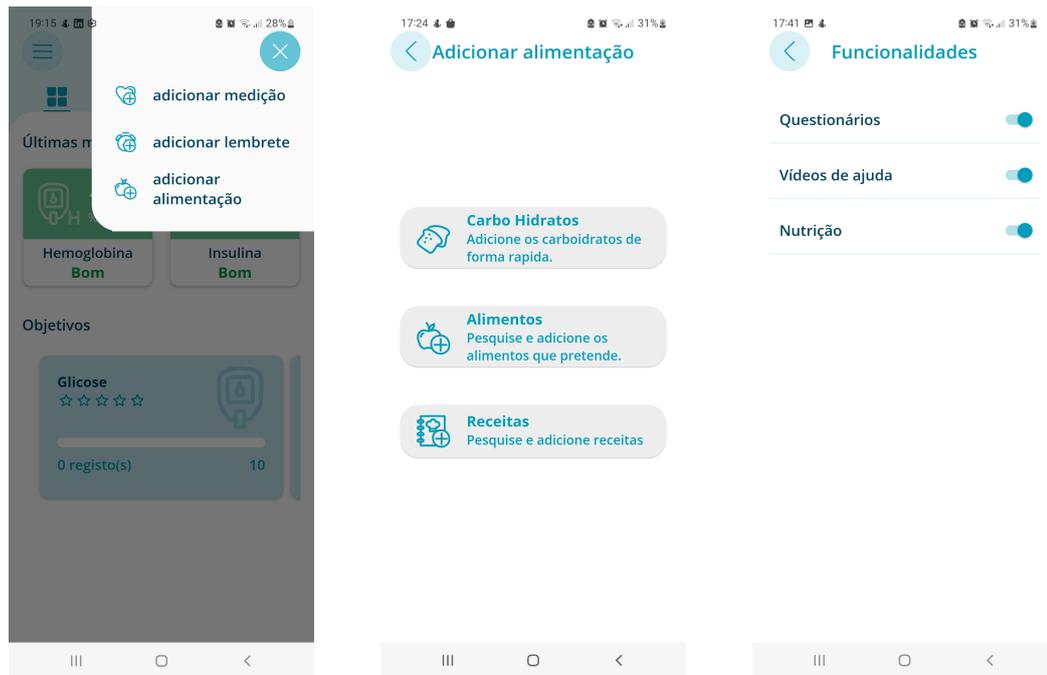


Figura 42: Registo da nutrição

Como a Figura 42 mostra, este módulo pode ser acedido a partir da página principal da aplicação, tendo depois o utilizador de fazer uma escolha: adicionar ele próprio diretamente os macronutrientes e calorias que consumiu, pesquisar pela informação nutricional de alimentos ou criar as suas receitas para mais tarde aceder rapidamente. O módulo da nutrição pode ser ativado/desativado nas definições da aplicação.

Adicionar macronutrientes e calorias manualmente

Quando o utilizador escolhe a primeira opção na página inicial do módulo de nutrição (adicionar os hidratos de carbono) é-lhe apresentada uma página onde pode manualmente inserir os macronutrientes e as calorias ingeridas, como pode ser verificado na Figura 43. Além disso, é possível adicionar tags sobre o momento da refeição, bem como uma foto de contexto e notas adicionais.

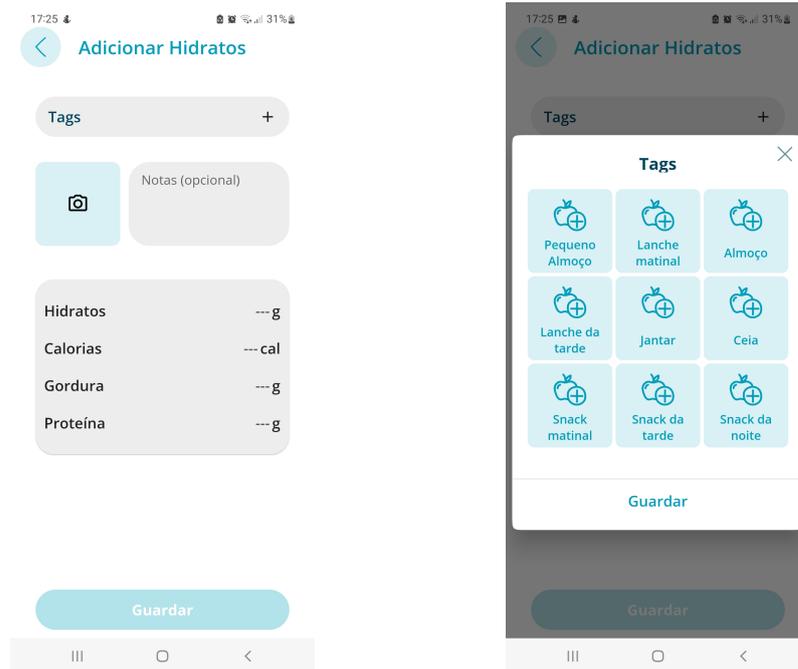


Figura 43: Adicionar macronutrientes e calorias manualmente

Adicionar macronutrientes e calorias automaticamente

Alternativamente, o utilizador tem a opção de tirar uma foto para identificar alimentos e desta forma adicionar automaticamente os macronutriente e as calorias, como pode ser verificado na Figura 44.

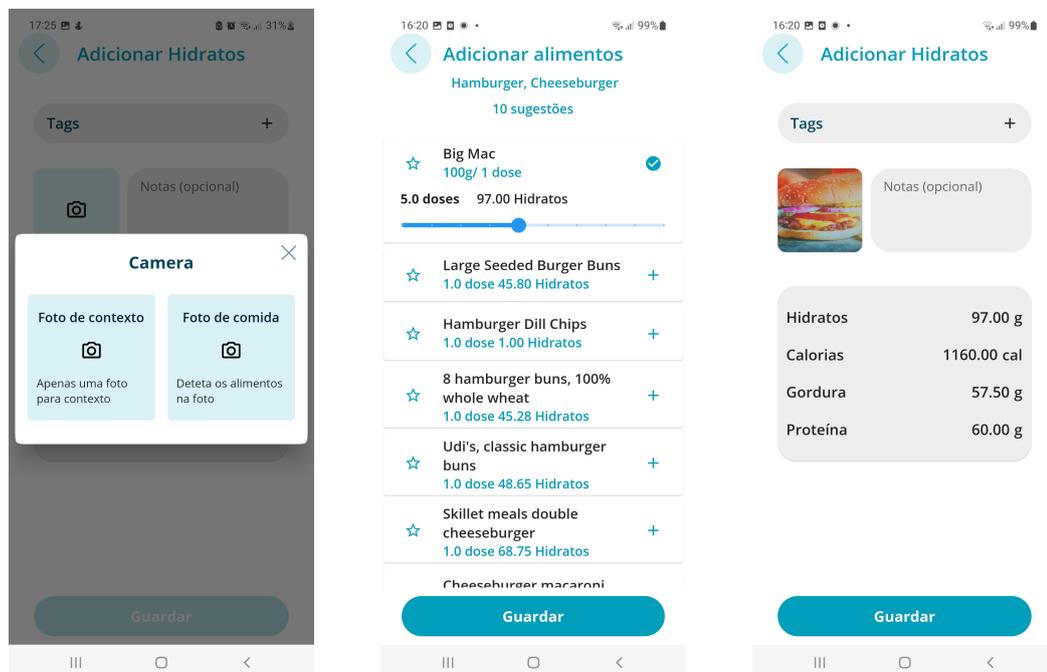


Figura 44: Adicionar macronutrientes e calorias automaticamente

Quando pressiona para tirar uma foto, é apresentada a opção de foto apenas para servir de contexto ou para identificar alimentos. Após indicar que é para identificar alimentos e tirar a foto, é apresentada uma página com os resultados obtidos. No início aparecem os alimentos identificados e depois uma lista de sugestões onde o utilizador pode escolher a opção mais correta. Quando o utilizador guarda os alimentos escolhidos, os seus macronutrientes e calorias são calculados automaticamente e adicionados aos seus respetivos *inputs*. Por fim, o último passo é clicar em guardar para confirmar o registo.

A Figura 45 apresenta o algoritmo usado para a deteção de alimentos em imagens, o “lite-model-aiy-vision-classifier-food-V1-1.tflite”, que consiste num modelo de *tensorflow* previamente treinado com o objetivo de classificar alimentos em imagens (Tensorflow (2022)).

```
final path = 'assets/ml/lite-model_aiy_vision_classifier_food_v1_1.tflite';
final modelPath = await _getModel(path);

CustomImageLabelerOptions customImageLabelerOptions =
  new CustomImageLabelerOptions(
    customModel: model,
    customModelPath: modelPath,
    confidenceThreshold: 0.3,
  );

imageLabeler = GoogleMlKit.vision.imageLabeler(customImageLabelerOptions);
```

Figura 45: Algoritmo de tensorflow

Pesquisar nutrição de alimentos manual

Outra forma de adicionar os macronutrientes e calorias é através da pesquisa de alimentos. Inicialmente é-lhe apresentada uma página com os passos necessários para efetuar a pesquisa de alimentos. A pesquisa manual da nutrição é realizada através da barra de pesquisa inserindo o nome do alimento. Após a pesquisa dos valores nutricionais é apresentado uma lista com os resultados onde o utilizador pode selecionar um ou mais alimentos para adicionar, como pode ser verificado na figura 46, que demonstra o processo da pesquisa de alimentos manualmente. No final é apresentado o total de hidratos de carbono de todos os alimentos selecionados com o objetivo de informar a todo o momento os diabéticos mais sensíveis os hidratos que vão consumir.

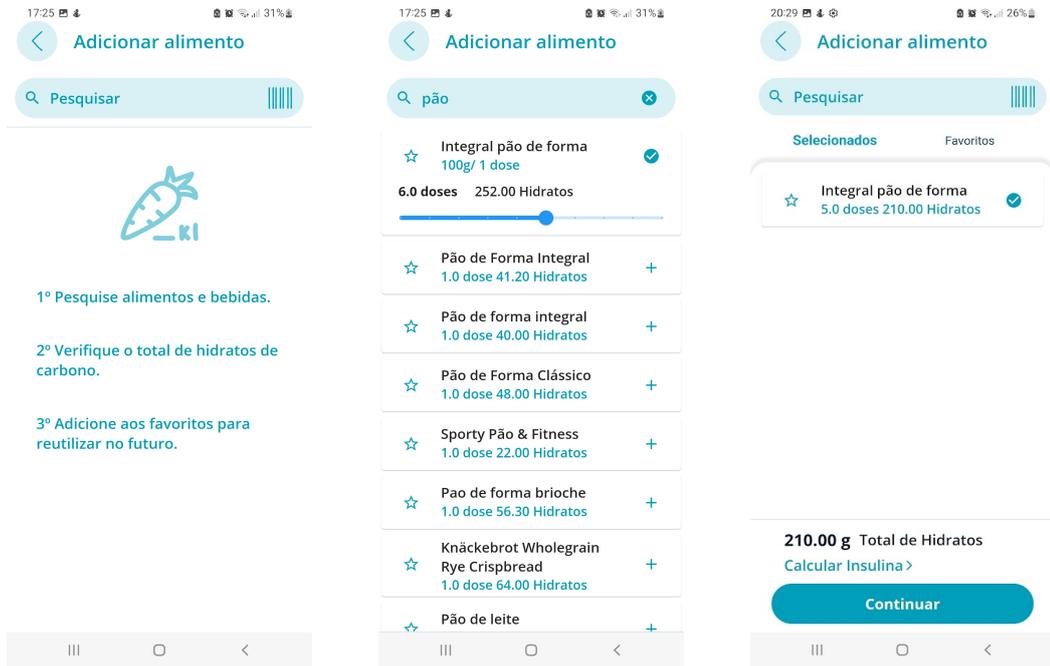
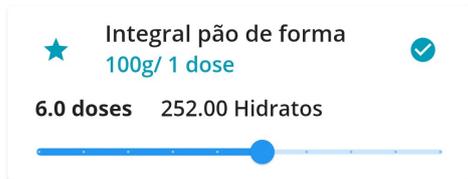


Figura 46: Pesquisar nutrição de alimentos manualmente



Os valores nutricionais recebidos são referentes a 100 gramas do alimento e, por isso, foi introduzida a opção de quando o utilizador clica no *card* do alimento, este abre e possibilita ajustar as doses e, conseqüentemente, os valores nutricionais do mesmo. Cada dose equivale a 100 gramas e tem como valor mínimo 1 e máximo 10.

Por fim, quando o utilizador carregar em continuar é-lhe apresentado um último ecrã de confirmação, Figura 47, em que são apresentados os macronutrientes e as calorias de todos os alimentos selecionados e que permite adicionar *tags* do momento da refeição.



Figura 47: Menu de confirmação dos macronutriente e calorias

Pesquisar nutrição de alimentos automaticamente

A segunda opção de pesquisar os valores nutricionais é através do código de barras (na barra de pesquisa) assinalado na figura 48 a vermelho. Após clicar nesta opção a câmara do telemóvel é ligada e com ela um leitor de código de barras, basta apontar para o código de barras do alimento pretendido para que o mesmo ser lido e automaticamente pesquisados os valores nutricionais. Se a pesquisa for bem sucedida, o mesmo é automaticamente adicionado aos alimentos selecionados.

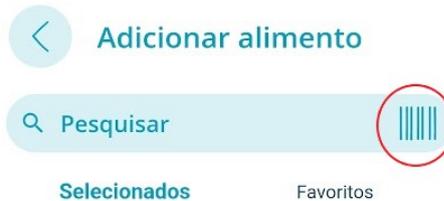


Figura 48: Pesquisa de alimentos via código de barras

A Figura 49 apresenta o algoritmo usado para a deteção dos códigos de barras em imagens, o "Barcode Scanning" do kit de *machine learning* da Google (pub.dev (2022)).

```
final InputImage inputImage = getter.getInputImage();
final List<Barcode> barcodes =
  await barcodeScanner.processImage(inputImage);

for (final Barcode barcode in barcodes) {
  var result = await widget.controller.searchBarCode(barcode.value.rawValue);
```

Figura 49: Leitor de código de barras

Adicionar alimentos aos favoritos

Em qualquer momento em que é feita uma pesquisa das informações nutricionais de alimentos é possível adicionar os mesmos a uma lista de favoritos. Ao clicar na estrela azul no lado esquerdo do *card* do alimento, este é adicionado aos favoritos, e persistido em disco, para que no futuro o utilizador tenha a opção de rapidamente o adicionar sem necessitar de pesquisa, como pode ser verificado na Figura 50. Por fim, a partir do momento que o separador dos favoritos tem alimentos adicionados, este passa a ser a página inicial da pesquisa de alimentos.

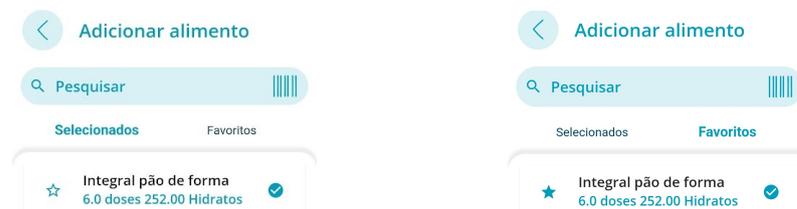


Figura 50: Adicionar alimentos aos favoritos

Criar e editar receitas de alimentos

Quando o utilizador seleciona a opção de criar uma receita, representado nos dois primeiros exemplos da Figura 51, é redirecionado para uma página onde insere o nome da receita, as doses da mesma, os alimentos necessários para a confeccionar e uma descrição opcional. Por fim, quando seleciona o botão de criar a receita, a mesma é guardada. No entanto, a qualquer momento o utilizador pode editar uma receita clicando na opção de editar representada pelo ícone de um lápis no *card*. Uma vez selecionada esta operação, o utilizador é redirecionado para uma página que contem os dados atuais da receita, podendo então mudar o nome, a descrição, o número de doses e adicionar ou retirar alimentos, representado no terceiro exemplo da Figura 51. Por fim, pode guardar as alterações clicando no botão “Editar Receita”.

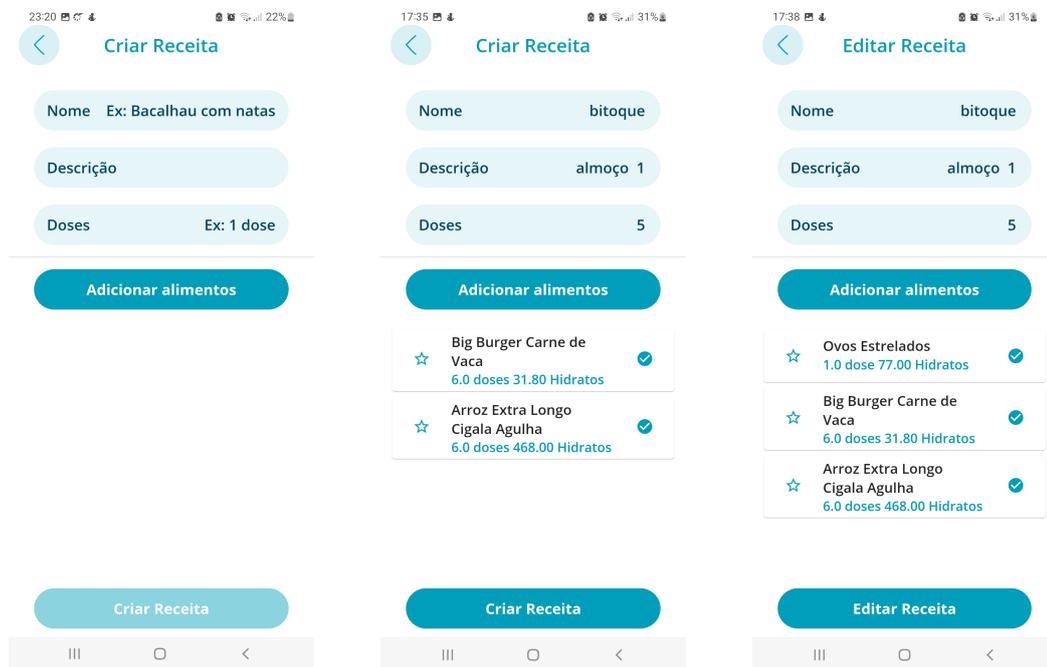


Figura 51: Criar e editar receitas de alimentos

Pesquisar receitas de alimentos

A terceira forma de adicionar os macronutrientes e calorias é através da criação e pesquisa de receitas pessoais, representada na Figura 52. Esta página tem como público-alvo utilizadores que tenham uma dieta repetitiva, para que possam criar receitas e reutilizá-las no futuro, em vez de pesquisar sempre pelos alimentos. Inicialmente, é apresentada uma página com as informações necessárias para efetuar a pesquisa de receitas. Depois, para pesquisar as suas receitas, o utilizador utiliza a barra de pesquisa e seleciona pelo menos uma. Além disso, pode, a qualquer momento, clicar no *card* da receita para o abrir e poder ajustar as doses e, conseqüentemente, os valores nutricionais da mesma. É também apresentado o total de hidratos de carbono de todas as receitas selecionadas, com o objetivo de informar os utilizadores diabéticos mais sensíveis sobre os hidratos que vão consumir. Por fim, quando o utilizador carregar em continuar é-lhe apresentada, da mesma

forma que na pesquisa de alimentos, um último ecrã de confirmação em que tem os macronutrientes e calorias de todos os alimentos selecionados e que lhe permite adicionar tags do momento da refeição.

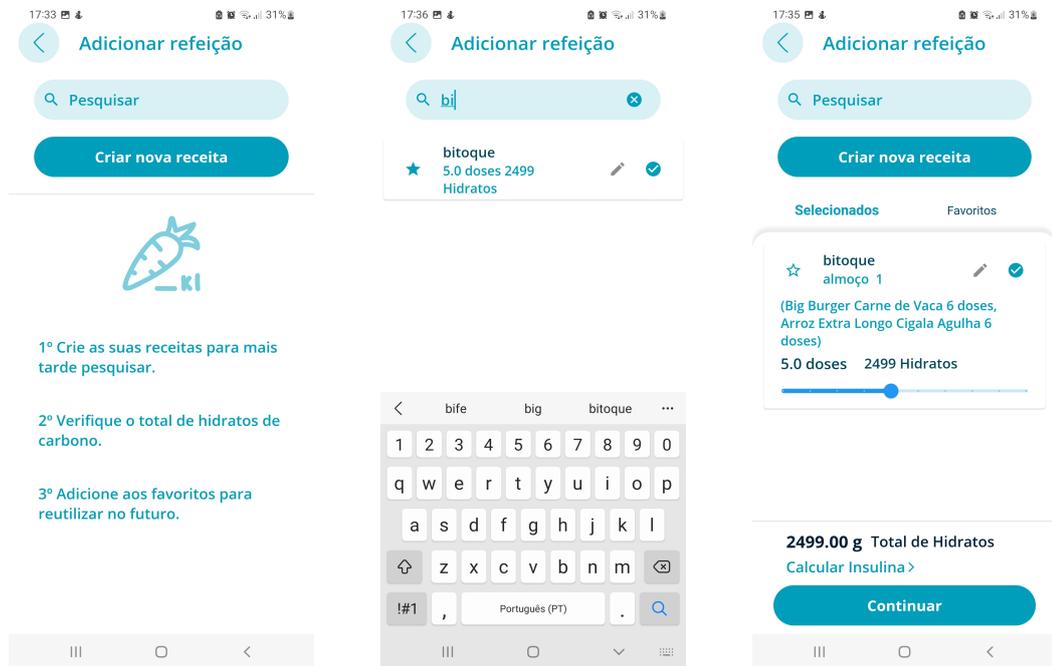


Figura 52: Pesquisar receitas de alimentos

Adicionar receitas aos favoritos

Sempre que é feita uma pesquisa das informações nutricionais de receitas, é possível adicionar uma ou mais à lista de favoritos. Ao clicar na estrela azul no lado esquerdo do *card* da receita, esta é adicionada aos favoritos, persistido em disco, para que no futuro o utilizador tenha a opção de rapidamente a adicionar sem necessitar de pesquisa. A partir do momento que o separador dos favoritos tem receitas adicionadas, esta passa a ser a página inicial da pesquisa de receitas.

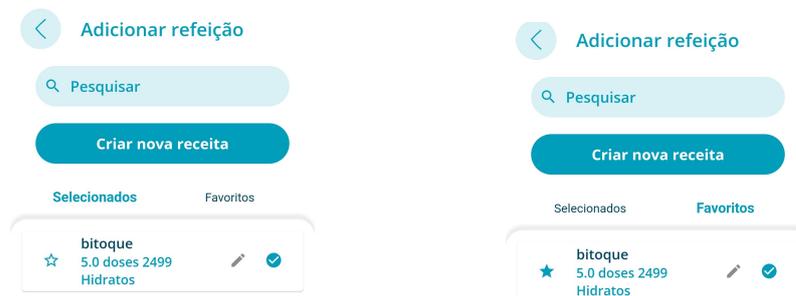


Figura 53: Adicionar receitas aos favoritos

Calcular bolus da insulina

Em ambas as páginas de procura de alimentos e de receitas, é possível efetuar o cálculo da bolus de insulina, representado na Figura 54. Este cálculo permite ao doente diabético saber a quantidade de insulina que precisa para atingir a glicose-alvo, tendo em conta os hidratos de carbono que está prestes a ingerir. Neste âmbito, o utilizador pode definir a glicose-alvo, o rácio insulina-hidratos de carbono e a sua sensibilidade à insulina. Estes valores são comparados com o valor dos hidratos (dos alimentos/receitas selecionados) e a glicose atual (da última medição efetuada). Em relação à glicose, o sistema verifica se a última medição é recente (feita há menos de 1 hora) se for antiga, é mostrada uma mensagem de erro com a opção de adicionar um novo valor, redirecionando automaticamente o utilizador para o registo da medição manual de glicose.

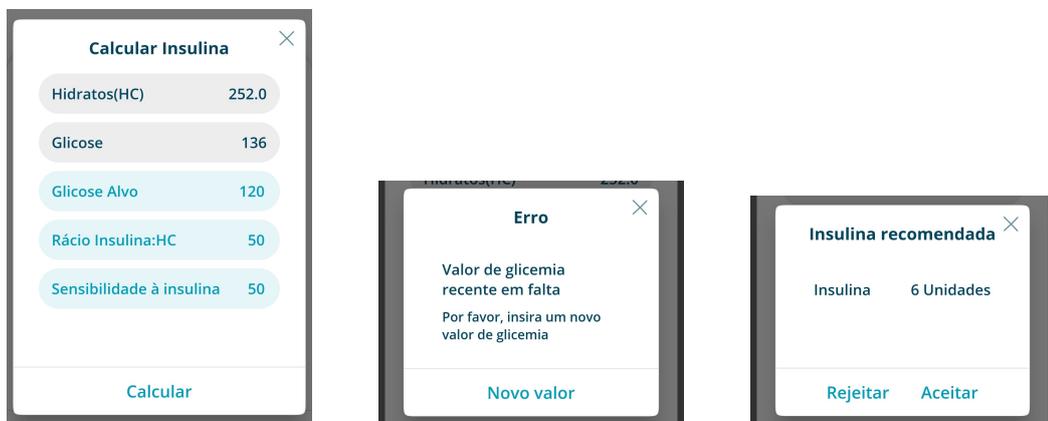


Figura 54: Calcular bolus da insulina

```
double result = (totalCarbs / racioInsulinaHidratos) +
    ((currGlucose - targetGlucose) / sensibilidadeInsulina);
```

Caso a última medição do utilizador seja recente, é efetuado o cálculo do bolus de insulina (Childrens (2022)), que caso o utilizador o aceite é automaticamente inserido

na página de medição manual da insulina, acompanhado da tag “rápida”.

5.3.3 Consultar gráficos e estatísticas dos registos de medições

Cada medição tem a sua página de histórico independente, que inclui os respetivos gráficos e estatísticas, e pode ser acedida a partir da *tab* de saúde, representada na Figura 55. Inicialmente, a página de gráficos já existia na aplicação SmartAL previamente desenvolvida, e consistia no último valor registado da medição (influenciando a cor da página consoante se está nos limites estabelecidos), num gráfico semanal e num calendário que permitia pesquisar datas específicas que alterava a lista de medições apresentadas no fim da página. No âmbito deste projeto, esta página foi alterada de modo a dar mais informação aos utilizadores sobre a qualidade da gestão efetuada do seu estado de saúde.

Em primeiro lugar, mudou-se a funcionalidade de pesquisa temporal de todos os gráficos e estatísticas que são apresentados ao utilizador. Inicialmente só existia a opção semanal por defeito, tendo sido agora introduzido o formato de tempo dia, mês e ano através de uma *dropdown list*. De seguida, o gráfico dos registos ao longo do tempo foi adaptado para suportar os diferentes formatos de tempo introduzidos. Por fim, foi desenvolvido um módulo de estatísticas, incluindo o cálculo da tendência que pode ser verificado no topo da página, junto à última medição na forma de uma seta.

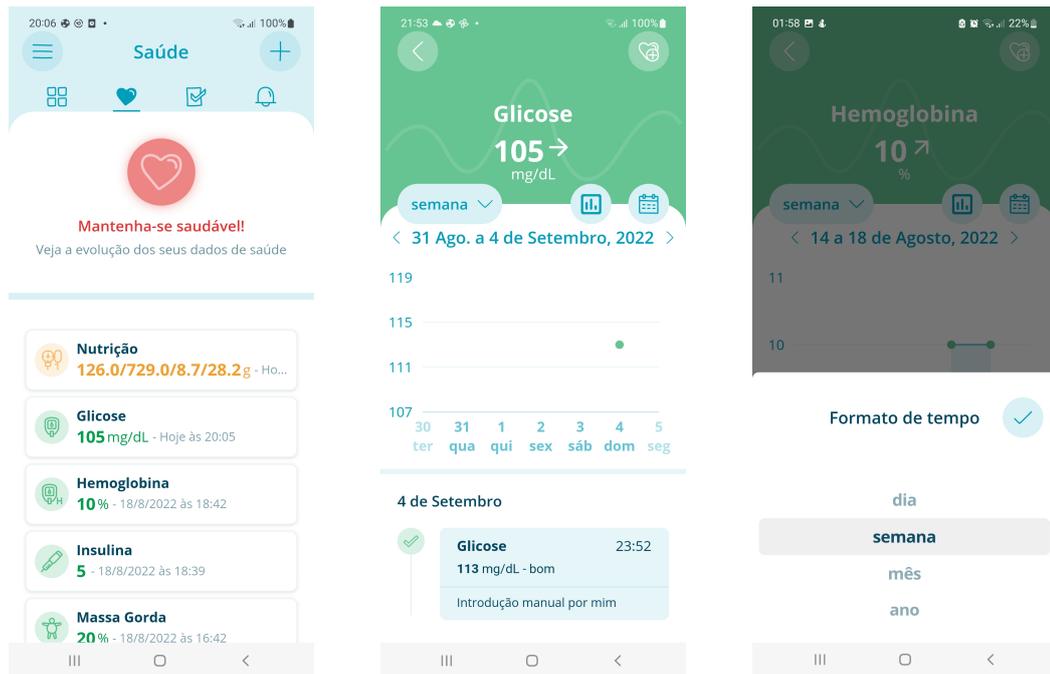


Figura 55: Consultar gráficos e estatísticas dos registos de medições

Consultar gráfico 2D (valor medição/tempo)

Com a introdução dos vários formatos de tempo, como mencionado anteriormente, foi necessário adaptar o gráfico semanal existente a valores diários, mensais e anuais, representado na Figura 56. Deste modo, no formato diário são apresentados os valores durante as 24h do dia, no mensal durante a quantidade de dias do respetivo mês, e no anual durante os 12 meses, representados pela letra inicial.

Em todos os gráficos, em caso de conflito, i.e, quando há vários valores para a mesma hora, dia ou mês, é sempre escolhido o valor mais alto, no entanto, todos os gráficos têm uma funcionalidade específica de toque que, para além de mostrar mais informações sobre o valor em questão, também apresenta a lista de medições a baixo, no caso do formato diário mostra todas as medições na respetiva hora, no formato mensal mostra todas as medições do respetivo dia e no formato anual mostra todas as medições do respetivo mês. O utilizador tem assim várias formas de pesquisar informações de registos efetuados e por isso tem uma melhor noção da qualidade de gestão que tem feito.



Figura 56: Consultar gráfico 2D

Consultar estatísticas sobre os registos realizados

No âmbito das estatísticas de cada medição, representadas na Figura 57, foram implementados os seguintes 7 dados estatísticos: média, desvio padrão, valor máximo, valor mínimo, mediana, número de medições e número de medições por dia. Estes valores são calculados consoante as medições registadas no intervalo de tempo escolhido. Permite ao utilizador entender melhor qual o dia, semana ou ano em que estatisticamente não controlou melhor os valores e fazer os ajustes necessários para um melhor controlo da diabetes ou da hipertensão.



Figura 57: Consultar estatísticas sobre os registos realizados

Quando a medição é a hemoglobina há uma oitava estatística implementada, chamada glucose media estimada (GME), que permite a partir do valor atual da hemoglobina calcular a glicose esperada. Esse calculo da GME é realizado com a fórmula: $28.7 \times A1C(\%) - 46.7$ (saude (2022)).

Consultar gráfico tempo no alvo

O gráfico tempo no alvo, representado na Figura 58, tem como objetivo mostrar ao utilizador, num determinado espaço de tempo, a quantidade de registos nos limites definidos para a respetiva medição. Cada medição tem os seus limites definidos no servidor do SmartAL e podem ir desde “muito baixo” a “muito alto”. O gráfico mostra a

percentagem de medições registadas em cada limite, o que dá ao utilizador uma visão das medições registadas, com o objetivo de melhorar a perceção que o mesmo tem sobre a gestão do seu estado de saúde.

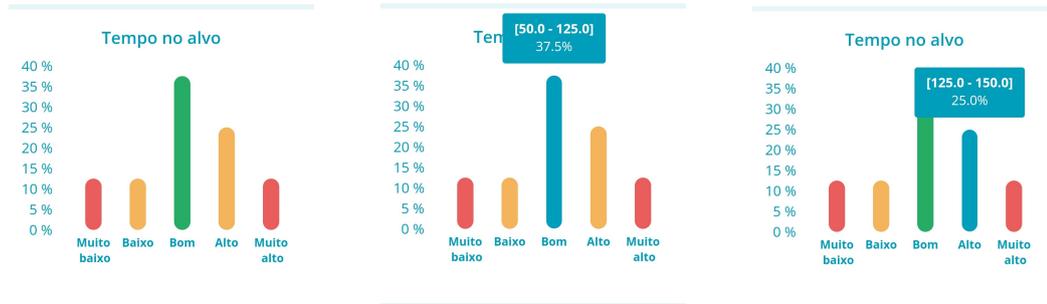


Figura 58: Consultar gráfico tempo no alvo

Consultar gráfico da média diária

O gráfico da média diária, representado na Figura 59, tem como objetivo mostrar ao utilizador, num determinado espaço de tempo, a média dos valores registados durante as diferentes horas do dia. O cálculo da média é agrupado a cada duas horas, o que permite ao utilizador perceber em que momentos do seu dia é que os valores atingem em média os valores máximos e mínimos. O objetivo é melhorar a perceção que o mesmo tem sobre a sua gestão de cada medição.

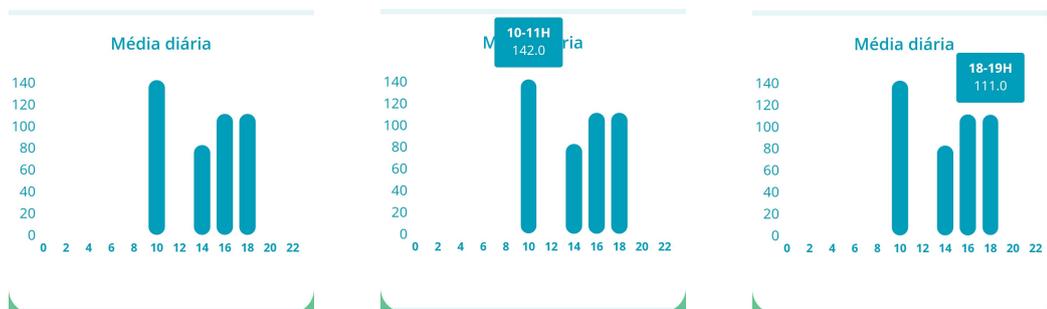


Figura 59: Gráfico da média diária

Consultar tendência dos valores de uma medição

O cálculo da tendência dos valores de uma medição, representado na Figura 60, tem como objetivo dar uma estimativa adicional ao utilizador sobre medições futuras, ou seja, se os valores têm previsão de subir, manter ou descer. Esta é apresentada na forma de uma seta junto ao nome da medição e ao último valor registado.



Figura 60: Consultar tendência dos valores de uma medição

A tendência de uma medição é calculada através de uma regressão linear de todos os valores registados, no intervalo de tempo escolhido, ao longo do tempo. Após o cálculo da regressão linear, é analisado o valor do coeficiente resultante. A interpretação feita é que, se o valor do coeficiente é positivo, existe uma correlação positiva entre o tempo e os valores registados e por isso a seta tem uma inclinação ascendente. Quando o valor do coeficiente é zero, significa que não existe correlação entre os valores e o tempo e por isso é apresentada uma seta sem inclinação. Por fim, quando o valor do coeficiente é negativo, significa que existe uma correlação negativa entre os valores e o tempo e é apresentada a seta com inclinação descendente (NICKOLAS (2021)).

5.3.4 *Objetivos diários*

O modulo dos objetivos diários foi desenvolvido com a intenção de motivar o utilizador a ter uma melhor e mais consistente gestão da sua condição de saúde. Os objetivos aparecem na página inicial da aplicação, após autenticação, sob a forma de *cards* que o utilizador pode alternar através do toque para ver o estado de cada um, como pode ser visto na Figura 61.



Figura 61: Objetivos diários

O card do objetivo evolui consoante o progresso do utilizador e, independentemente da medição, vai mostrando estrelas como sinal de evolução. No intervalo [20-40%] é exibida uma estrela, no [40-60%] duas estrelas, no [60-80%] três estrelas, no [80-100%] quatro estrelas e quando o objetivo é concluído são exibidas as 5 estrelas.

A Figura 62 apresenta o objetivo diário da glicose tem como foco aumentar o número de registos efetuados do utilizador. Inicialmente é proposto ao utilizador fazer 10 medições e concluir o objetivo com sucesso significa que o utilizador faz diariamente uma correta gestão da diabetes.



Figura 62: Objetivos diários - Glicose

A Figura 63 apresenta o objetivo diário das calorias tem como foco controlar as calorias ingeridas, visto que tanto na hipertensão como na diabetes ter o peso corporal ideal é importante. Inicialmente é proposto ao utilizador ingerir 2000 calorias, valor adequado para a maioria dos adultos, no entanto, o utilizador terá de ajustar o objetivo consoante as suas necessidades.



Figura 63: Objetivos diários - Calorias

A Figura 64 apresenta o objetivo diário da atividade tem como foco incentivar a prática de exercício físico, visto que tanto na hipertensão como na diabetes ter o peso corporal ideal é importante. Inicialmente é proposto ao utilizador praticar 30 minutos de qualquer tipo de atividade física.



Figura 64: Objetivos diários - Atividade

A Figura 65 apresenta o objetivo diário dos passos tem como foco evitar que o utilizador tenha um estilo de vida sedentário. Inicialmente é proposto ao utilizador andar 3000 passos estimando que, caso conclua o objetivo, tenha andado cerca de dois quilómetros.



Figura 65: Objetivos diários - Passos

A Figura 66 apresenta o objetivo diário do sono tem como foco promover uma boa rotina do sono. Inicialmente é proposto ao utilizador dormir 480 minutos, ou seja, 8 horas para obter um descanso apropriado.

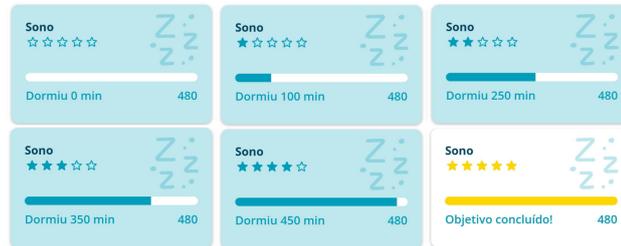


Figura 66: Objetivos diários - Sono

Editar objetivos diários

O utilizador tem sempre a possibilidade de editar os valores objetivo de cada medição, como se pode verificar na Figura 67, e pode também desativar o módulo dos objetivos diários, fazendo-os desaparecer da página inicial. As alterações efetuadas são guardadas no *flutter_secure_storage* que consiste numa *package* de Flutter que é uma base de dados chave-valor com encriptação que garante a privacidade e persistência dos dados guardados.

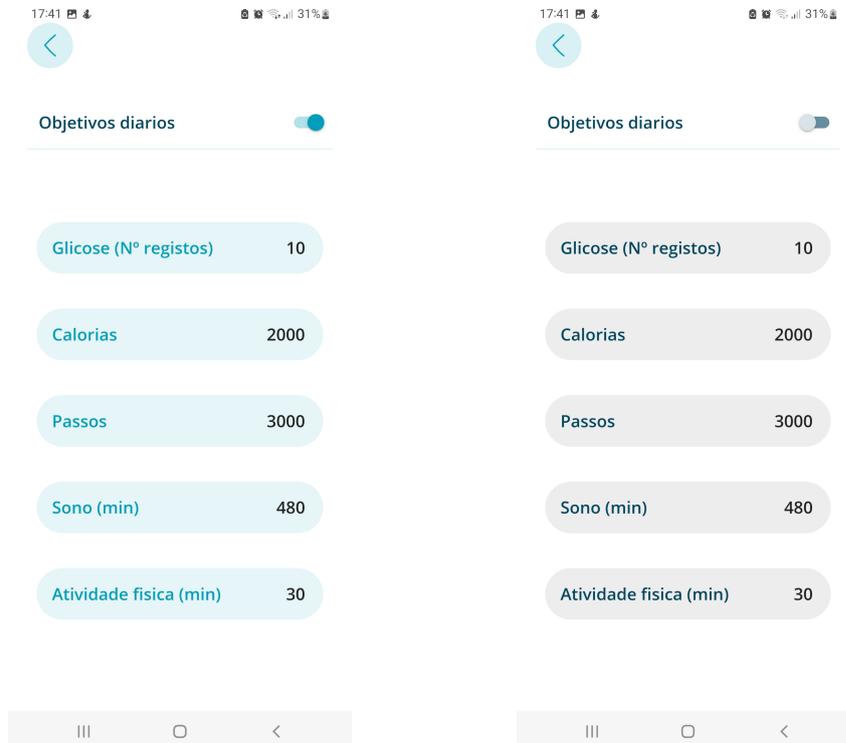


Figura 67: Editar objetivos diários

5.4 TESTES UNITÁRIOS

Para assegurar o rigor e o funcionamento correto da aplicação foram desenvolvidos testes unitários à aplicação desenvolvida. Para o desenvolvimento destes testes, foi utilizada a dependência `flutter_test`, onde foram criados objetos a simular alimentos e receitas. Deste modo, foram efetuados testes unitários aos cálculos efetuados no módulo de nutrição e ao cálculo da glicose media estimada. Foram realizados 8 testes unitários que são os seguintes:

A Figura 68 apresenta o teste unitário para verificar o correto funcionamento no cálculo da bolus de insulina com base no total de hidratos de carbono consumidos, rácio de hidratos de carbono por insulina, glicose atual, glicose alvo e a sensibilidade à insulina.

```

17
18
19 test('Calcular bolus da insulina', () {
20   double totalCarbs = 84;
21   double insulinCarbsRatio = 50;
22   double currGlucose = 181;
23   double targetGlucose = 120;
24   double insulineSensibility = 50;
25   int calculoBolus = insulinBolusController.calculateInsulineBolus(totalCarbs,
26     insulinCarbsRatio, currGlucose, targetGlucose, insulineSensibility);
27   expect(calculoBolus, 2);
28 });
29

```

Figura 68: Teste calcular bolus da insulina

A Figura 69 apresenta o teste unitário para verificar o correto funcionamento no cálculo da glicose media estimada com base na quantidade de hemoglobina que no exemplo demonstrado é 10.

```

13 void main() {
14
15   test('Calcular Glicose media estimada', () {
16     double calculoGme = MeasurementHistoryController.calculateGME(10.0);
17
18     expect(calculoGme.ceil(), 241);
19   });
20 }
21

```

Figura 69: Teste calcular glicose média estimada

A Figura 70 apresenta os conjuntos de testes unitários para a verificação do correto funcionamento do cálculo dos macronutriente e calorias registadas pelo utilizador. O primeiro teste verifica que os valores iniciais são todos zero. O segundo teste verifica o cálculo após adicionar dois alimentos com valores nutricionais de 100 e 200 respetivamente. O terceiro cálculo verifica os macronutrientes após a alteração da dose de cada alimento.

```

17 NutritionFoodModel mockPao = new NutritionFoodModel("pao", "123123", 100, 100, 100, 100);
18 NutritionFoodModel mockLeite = new NutritionFoodModel("leite", "123124", 200, 200, 200, 200);
19
20 group("Calcular Macronutrientes da pesquisa de alimentos", () {
21     test("Testar Macronutrientes iniciais", () {
22         expect(mockFoodController.getTotalCarbs(), 0);
23         expect(mockFoodController.getTotalFat(), 0);
24         expect(mockFoodController.getTotalCalories(), 0);
25         expect(mockFoodController.getTotalProtein(), 0);
26     });
27
28     test("Testar Macronutrientes finais", () {
29         mockFoodController.onTapAddFood(mockPao);
30         mockFoodController.onTapAddFood(mockLeite);
31
32         expect(mockFoodController.getTotalCarbs(), 300);
33         expect(mockFoodController.getTotalFat(), 300);
34         expect(mockFoodController.getTotalCalories(), 300);
35         expect(mockFoodController.getTotalProtein(), 300);
36     });
37
38     test("Testar Macronutrientes finais com doses", () {
39         mockPao.doses = 2;
40         mockLeite.doses = 3;
41         mockFoodController.updatedFoodDoses();
42         expect(mockFoodController.getTotalCarbs(), 800);
43         expect(mockFoodController.getTotalFat(), 800);
44         expect(mockFoodController.getTotalCalories(), 800);
45         expect(mockFoodController.getTotalProtein(), 800);
46     });
47 });
48 }

```

Figura 70: Teste calcular macronutrientes da pesquisa de alimentos

A Figura 71 apresenta os conjuntos de testes unitários para a verificação do correto funcionamento do cálculo dos macronutriente e calorias de receitas criadas pelo utilizador. O primeiro teste verifica que os valores iniciais são todos zero. O segundo teste verifica o cálculo após criar uma receita com 4 alimentos com valores nutricionais de 100,200,50 e 150 respetivamente. O terceiro cálculo verifica os macronutrientes após a alteração da dose da receita.

```

17 NutritionFoodModel mockPao = new NutritionFoodModel("pao", "123123", 100, 100, 100, 100);
18 NutritionFoodModel mockLeite = new NutritionFoodModel("leite", "123124", 200, 200, 200, 200);
19
20 NutritionFoodModel mockArroz = new NutritionFoodModel("arroz", "123125", 50, 50, 50, 50);
21 NutritionFoodModel mockMassa = new NutritionFoodModel("massa", "123126", 150, 150, 150, 150);
22
23 group("Calcular Macronutrientes de receitas de alimentos", () {
24     test("Testar Macronutrientes iniciais", () {
25         expect(mockRecepiController.getTotalCarbs(), 0);
26         expect(mockRecepiController.getTotalFat(), 0);
27         expect(mockRecepiController.getTotalCalories(), 0);
28         expect(mockRecepiController.getTotalProtein(), 0);
29     });
30
31     test("Testar Macronutrientes finais", () {
32         List<NutritionFoodModel> alimentosReceitaTeste1 = [];
33         alimentosReceitaTeste1.add(mockPao);
34         alimentosReceitaTeste1.add(mockLeite);
35         alimentosReceitaTeste1.add(mockArroz);
36         alimentosReceitaTeste1.add(mockMassa);
37
38         mockRecepiController.createNewRecepi(
39             "receitateste1", "descricao", 1, alimentosReceitaTeste1);
40
41         expect(mockRecepiController.getTotalCarbs(), 500);
42         expect(mockRecepiController.getTotalFat(), 500);
43         expect(mockRecepiController.getTotalCalories(), 500);
44         expect(mockRecepiController.getTotalProtein(), 500);
45     });
46
47     test("Testar Macronutrientes finais com doses", () {
48         mockRecepiController.getSelectedRecepiAtIndex(0).doses = 2;
49         mockRecepiController.updatedFoodDoses();
50         expect(mockRecepiController.getTotalCarbs(), 1000);
51         expect(mockRecepiController.getTotalFat(), 1000);
52         expect(mockRecepiController.getTotalCalories(), 1000);
53         expect(mockRecepiController.getTotalProtein(), 1000);
54     });
55 });
56 }

```

Figura 71: Teste calcular macronutrientes de receitas de alimentos

Visto isto, após a implementação dos testes descritos anteriormente, foi verificado o estado de cada um e confirmou-se que todos passaram. A Figura 72 apresenta o resultado obtido que oferece uma maior segurança na informação disponibilizada ao utilizador.

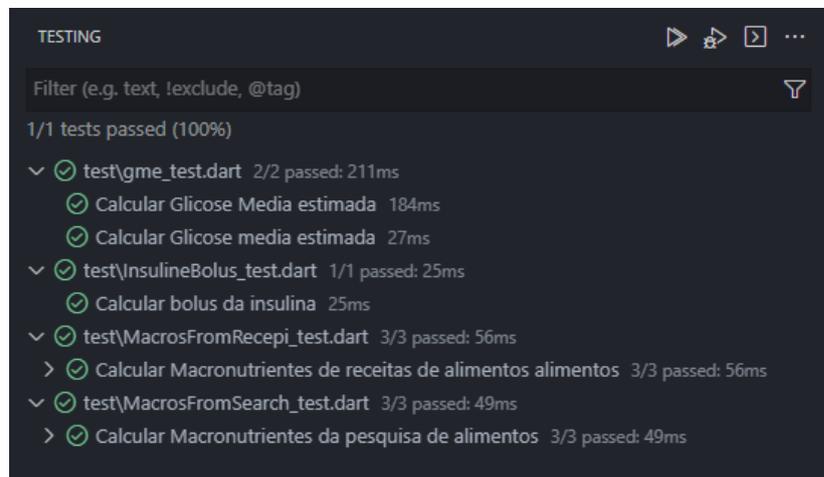


Figura 72: Resultado dos testes unitários

5.5 TESTE PILOTO COM UTILIZADOR FINAL

Na fase final do desenvolvimento da aplicação a mesma foi apresentada a um diabético que se disponibilizou a rever a solução desenvolvida. Este indivíduo é portador do tipo 1 de diabetes e por isso efetua constantes medições a sua glicose no sangue. O teste foi efetuado durante um período de 7 dias de 18 a 25 de julho de 2022. Para o teste foi-lhe fornecida a versão final da solução desenvolvida, para o sistema operativo Android, gerada com o comando “flutter build apk”. Após a revisão o mesmo apontou aspetos positivos da aplicação e também alguns aspetos a melhorar.

O primeiro aspeto positivo apontado foi o modulo de nutrição bastante completo, com pesquisa de alimentos, possibilidade de criação de receitas, calculo do bolus de insulina e a identificação automática dos alimentos por imagem. Todas estas funcionalidades foram consideradas importantes para o utilizador, visto que, o mesmo tem uma sensibilidade alta aos hidratos de carbono e necessita de um maior controlo da sua alimentação. O segundo ponto positivo foi uma página de gráficos e estatísticas com informações extremamente úteis como, por exemplo, o gráfico com a média dos valores durante o dia, o gráfico dos valores no alvo e a possibilidade de mudar o formato de tempo a qualquer instante. O terceiro aspeto positivo indicado foram os objetivos diários que considerou útil no aumento de motivação para cumprir os registos diários. Por fim, o último aspeto positivo apontado foi o facto de a aplicação integrar vários dispositivos médicos, incluindo glucometro e balança, não estando dependente de um dispositivo específico.

No entanto, o mesmo indicou alguns aspetos a melhorar. O primeiro aspeto que indicou foi permitir adicionar alimentos novos para mais tarde pesquisar. Isto deve-se ao facto de o utilizador normalmente pesar as doses de comida após cozinhar, o que leva a alteração dos valores nutricionais dos alimentos devido à absorção de

água que acontece durante a cozedura. Como a API utilizada para a nutrição, OpenFoodFacts, apenas contem informações nutricionais de alimentos crus, a possibilidade de adicionar novos alimentos, neste caso cozinhados, seria uma melhoria importante na perspetiva do utilizador. O segundo aspeto a melhorar seria introduzir a funcionalidade de cruzar dados estatísticos de várias medições, por exemplo, glicose e nutrição. Neste momento esses dados estão individualizados nas paginas de cada medição e não permite identificar padrões entre duas ou mais medições. Por último, o aspeto que considerou importante introduzir foi a integração com um dispositivo de monitorização contínua de glicose. Isto deve-se ao facto de o utilizador usar um e a aplicação SmartAL neste momento não permite a sua integração.

CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Concluída a apresentação do trabalho desenvolvido no âmbito da presente dissertação, é tempo de realizar um balanço, resumindo, na secção 6.1 os temas abrangidos, e clarificando na secção 6.2 os próximos passos do trabalho a realizar.

6.1 CONCLUSÕES

A elaboração do presente documento teve como principal objetivo o estudo e desenvolvimento de uma aplicação *mobile* para a gestão e telemonitorização de pacientes hipertensos e diabéticos, ajudando-os a registar diariamente a sua rotina e atividade para assegurar uma melhor gestão da sua condição de saúde.

Deste modo, inicialmente, foi introduzido o tema do projeto, referindo qual o enquadramento e motivação para o mesmo, os objetivos e desafios a enfrentar, a incidência das doenças crónicas em Portugal e na Europa, a importância da telemonitorização e, por fim, o contexto do SmartAL, aplicação onde a solução desenvolvida foi integrada.

Num segundo momento, foi realizado um estudo do estado da arte, onde se começa por apresentar as doenças crónicas, incluindo a sua definição, como as gerir e quais os dispositivos médicos usados pelos utentes no dia a dia. De seguida, foi realizado um levantamento de estudos sobre a telemedicina e telemonitorização nas doenças crónicas, fazendo a referência das aplicações *mobile* e qual o papel das mesmas na gestão de doenças a distância. Por último foi feita uma análise a aplicações existentes no mercado, 10 no total, em que é apresentado o contexto de utilização de cada uma e quais as funcionalidades que suportam.

Numa terceira fase, foram definidos os casos de uso que a solução desenvolvida deve suportar, agrupados em 6 módulos distintos. Para cada um foram apresentadas a descrição e a motivação, acompanhadas de um diagrama de *use case*, sendo especificados todos os requisitos funcionais. Este planeamento foi muito importante, visto que permitiu uma melhor gestão do processo de desenvolvimento nas fases mais avançadas.

Numa quarta fase, foi descrita a arquitetura da aplicação-solução, em que se começou por apresentar uma visão de alto nível da mesma, com o objetivo de esclarecer as interações entre os diferentes componentes. De seguida, foram apresentadas a *framework* e a linguagem de programação a serem utilizadas na fase de implementação e quais foram os fatores que levaram a essa escolha. Por fim, foi introduzido o modelo de dados

utilizado pela aplicação mobile desenvolvida, os *endpoints* utilizados e uma análise da integração da aplicação mobile SmartAL às necessidades de diabéticos e hipertensos.

A fase da implementação introduziu inicialmente a estrutura do projeto desenvolvido, o processo de desenvolvimento utilizado durante esta fase e os requisitos de *design* seguidos de modo a proporcionar ao utilizador uma experiência de utilização sem ambiguidade e de fácil compreensão. Em seguida, foram apresentados todos os requisitos funcionais adaptados ou implementados no âmbito da presente dissertação, incluindo imagens da solução final e uma explicação de como foi desenvolvida. De seguida, foram efetuados testes unitários para assegurar que a manutenção e novas iterações da aplicação serão realizadas de forma segura e ágil. Por fim foi apresentado um teste piloto efetuado com um utilizador final.

A dissertação, quando foi proposta pela Altice Labs, tinha um importante objetivo que era desenvolver uma aplicação que permita a gestão e monitorização de diabéticos e hipertensos. A Figura 73 apresenta com mais detalhe os principais objetivos e se estes foram alcançados com sucesso.

Objetivo	Atingido
Conceber e desenvolver um módulo que integre a aplicação mobile SmartAL às necessidades de diabéticos e hipertensos.	✓
Compatível com os sistemas operativos Android e iOS e integrada com o servidor SmartAL.	✓
Registo dos sinais vitais e da atividade física (manual/automático)	✓
Registo da nutrição (manual/automático)	✓
Visualizar os registos de forma fácil e intuitiva.	✓

Figura 73: Objetivos da dissertação

Como se pode verificar, os objetivos foram todos concluídos com sucesso, visto que, a aplicação mobile SmartAL foi integrada com sucesso às necessidades de diabéticos e hipertensos utilizando o servidor SmartAL para obter informações do utilizador e dos registos que o mesmo efetua. Devido à sua implementação em Flutter, que envolveu uma curva de aprendizagem inicial, é compatível com os sistemas operativos Android e iOS, abrangendo deste modo um leque maior de utilizadores. A adição de novos registos e a agilização das restantes com a introdução de descrições rápidas (*tags*) permite uma maior e melhor gestão das condições crónicas estudadas. O módulo de nutrição desenvolvido não só permite a adição manual como a automática através da identificação dos alimentos com o recurso a uma foto. Além disso, foram desenvolvidas funcionalidades adicionais como a pesquisa de alimentos e a possibilidade de criar receitas que permite ao utilizador reutilizá-las para um registo da sua dieta mais eficiente. A visualização dos registos efetuados foi melhorada com a introdução de várias funcionalidades, inclusive a mudança do formato de tempo e um módulo de gráficos e estatística completo. Por fim, por acréscimo, foi desenvolvido um módulo dos objetivos diários que incentiva o utilizador a ter uma melhor gestão da sua hipertensão ou diabetes. Todo este processo foi validado num teste piloto com um utilizador final diabético, o que permitiu uma maior segurança nos resultados obtidos.

Em comparação com as aplicações estudadas para diabéticos na secção 2.3 é possível verificar na Figura 74 que a aplicação *mobile* SmartAL, a nível funcional, está ao nível do mercado, devido principalmente ao foco que tem para a nutrição e medições automáticas.

	OneTouch	GlucoseBuddy	MySugr	Diabetes: M	FreeStyle LibreLink-PT	SmartAL mobile app
Adicionar registo do nível de glicemia manual/automaticamente.	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✗ / ✓	✓ / ✓
Adicionar registo da insulina aplicada	✓	✗	✓	✗	✓	✓
Adicionar atividade física	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Adicionar passos	✗	✓	✓	✗	✗	✓
Adicionar peso	✗	✓	✓	✓	✗	✓
Adicionar registo de Hemoglobina A1c	✓	✓	✓	✓	✗	✓
Adicionar tags a registos efetuados.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Registo da nutrição.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Registo de receitas	✗	✓	✗	✗	✗	✓
Leitor automático de fotos de alimentos.	✗	✓	✗	✗	✗	✓
Leitor de código de barras.	✗	✓	✗	✗	✗	✓
Calculadora da bolus de insulina.	✗	✗	✓	✓	✗	✓
Adicionar medicação tomada	✗	✓	✓	✓	✗	✓
Módulo de gráficos	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Módulo de estatísticas	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Integração com o Google Fit	✓	✓	✓	✗	✗	✓
Definição de objetivos	✓	✓	✓	✓	✗	✓

Figura 74: Mapa funcional das aplicações analisadas com a solução desenvolvida

Por outro lado, em comparação com as aplicações estudadas para hipertensos na secção 2.3 é possível verificar na Figura 75 que a solução desenvolvida, a nível funcional, é claramente superior às encontradas. Isto deve-se principalmente ao foco que a aplicação *mobile* SmartAL tem em tentar evitar o sedentarismo com os registos da atividade física e passos. Além disso, ainda apresenta um módulo de nutrição que não foi encontrado em nenhuma aplicação para hipertensos.

	My Heart	Diário de pressão arterial	Qardio	Instant Heart rate	Blood pressure tracker	SmartAL mobile app
Adicionar registos de pressão arterial manual/automático	✓ / ✗	✓ / ✗	✓ / ✓	✗	✓ / ✗	✓ / ✓
Adicionar registos de saturação de oxigénio manual/automático	✗	✗	✓ / ✓	✗	✗	✓ / ✓
Adicionar registos de Pulso manual/automático	✓ / ✗	✓ / ✗	✓ / ✗	✓ / ✓	✓ / ✗	✓ / ✓
Adicionar atividade física	✗	✗	✗	✗	✗	✓
Adicionar passos	✗	✗	✗	✗	✗	✓
Adicionar peso	✗	✓	✗	✓	✗	✓
Adicionar tags a registos efetuados	✓	✓	✗	✗	✓	✓
Módulo de gráficos	✓	✓	✓	✗	✓	✓
Módulo de estatísticas	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Integração com o Google Fit	✓	✗	✓	✓	✗	✓
Definição de objetivos	✗	✗	✓	✗	✗	✓

Figura 75: Mapa funcional das aplicações analisadas com a solução desenvolvida

Por fim, conclui-se que o documento produzido no âmbito da dissertação de mestrado integrado em engenharia informática é uma mais-valia, visto que, a aprendizagem e experiência adquirida foi notória e também foram

desenvolvidas novas competências a nível técnico e conceptual devido ao estudo realizado. Foram usados e aprimorados conhecimentos obtidos durante a licenciatura e mestrado, principalmente no desenvolvimento da aplicação *mobile*, servindo de preparação para o futuro e para o mercado de trabalho.

6.2 TRABALHO FUTURO

No que diz respeito ao trabalho futuro, a solução desenvolvida vai ao encontro das expectativas geradas no momento da proposta do projeto, no entanto, existe sempre espaço para melhorias, quer em termos de funcionalidades, quer na usabilidade e interface da aplicação. Visto isto, apresentam-se abaixo propostas de trabalho futuro a desenvolver com o objetivo da evolução da aplicação.

- Integração de um dispositivo de monitorização contínua da glicose;
- Possibilidade de o utilizador adicionar os seus alimentos à API do OpenFoodFacts.
- Modulo de gráficos e estatísticas, ter 2 ou mais medições em simultâneo;
- Integração do registo das receitas com o servidor SmartAL;

Embora a aplicação suporte uma forma automática via Bluetooth de registar a glicose, um dispositivo de monitorização contínua seria uma grande melhoria para utilizadores diabéticos, visto que permite um maior volume de medições, evitando as comuns picadas resultantes da utilização de um dos dispositivos já suportados. A tarefa de adicionar novos alimentos vem de a API do OpenFoodFacts não ter na sua base de dados informação sobre alimentos cozinhados, que seria uma mais-valia para os utilizadores diabéticos mais sensíveis, visto que os valores nutricionais variam antes e após o alimento ser cozinhado. Modulo de gráficos e estatísticas, ter duas ou mais medições em simultâneo permite tal como foi referido na revisão com o utilizador diabético uma maior precisão de padrões que poderão ser problemáticos para o utilizador e por isso seria uma funcionalidade a implementar num futuro próximo. Por fim, a integração do registo das receitas com o servidor SmartAL deve-se ao facto de a mesma, à data de escrita desta dissertação, não suportar operações CRUD para receitas de alimentos, limitando-se deste modo ao dispositivo, não existindo portabilidade da mesma conta entre vários telemóveis.

BIBLIOGRAFIA

- Accu-Chek. mysugr, 2022. URL <https://www.accu-chek.pt/mysugr-app>.
- Asad Jibrán Ahmed. Hybrid power: Flutter advantages and benefits, 2020. URL <https://www.toptal.com/flutter/hybrid-power-flutter-advantages>.
- Nobian Andre, Retno Wibawanti, and Bambang Budi Siswanto. Mobile phone-based intervention in hypertension management. *Int. J. Hypertens.*, 2019:9021017, April 2019.
- Emmanuel Andrès, Laurent Meyer, Abrar-Ahmad Zulfiqar, Mohamed Hajjam, Samy Talha, Thibault Bahougne, Sylvie Ervé, Jawad Hajjam, Jean Doucet, Nathalie Jeandidier, and Amir Hajjam El Hassani. Telemonitoring in diabetes: evolution of concepts and technologies, with a focus on results of the more recent studies. *J. Med. Life*, 12(3):203–214, July 2019.
- Pressão Arterial. Pressão arterial, 2022. URL https://play.google.com/store/apps/details?id=com.szyk.myheart&hl=pt_PT&gl=US.
- IDF Diabetes Atlas. Worldwide toll of diabetes, 2021. URL <https://diabetesatlas.org/en/sections/worldwide-toll-of-diabetes.html>.
- George Bakris, Waleed Ali, and Gianfranco Parati. Acc/aha versus esc/esh on hypertension guidelines: Jacc guideline comparison. *Journal of the American College of Cardiology*, 73(23):3018–3026, 2019. ISSN 0735-1097. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.03.507>. URL <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0735109719348879>.
- Peter Boersma, Lindsey I Black, and Brian W Ward. Prevalence of multiple chronic conditions among US adults, 2018. *Prev. Chronic Dis.*, 17:E106, September 2020.
- Glucose Buddy. Glucose buddy, 2022. URL <https://www.glucosebuddy.com/>.
- Xiaoyu Chen, Haihua Su, Daisuke Kunii, Kousuke Kudou, Yiyang Zhang, Ying Zhao, Dan Zhang, Yuanyuan Xing, Jiaqi Teng, Zhiqiang Nie, Xinxin Liu, Kaijun Niu, Yong Zhao, and Qi Guo. The effects of mobile-app-based low-carbohydrate dietary guidance on postprandial hyperglycemia in adults with prediabetes. *Diabetes Ther.*, 11(10):2341–2355, October 2020.
- Nationwide Childrens. Calculating bolus injections, 2022. URL <https://www.nationwidechildrens.org/family-resources-education/health-wellness-and-safety-resources/resources-for-parents-and-kids/managing-your-diabetes/chapter-seven-calculating-bolus-injections>.

- Thomas Danne, Catarina Limbert, Manel Puig Domingo, Stefano Del Prato, Eric Renard, Pratik Choudhary, and Alexander Seibold. Telemonitoring, telemedicine and time in range during the pandemic: Paradigm change for diabetes risk management in the post-COVID future. *Diabetes Ther.*, 12(9):2289–2310, September 2021.
- Dart. Dart, 2022. URL <https://dart.dev/>.
- Diario de Pressão Arterial. Diario de pressão arterial, 2022. URL https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bluefish.bloodpressure&hl=pt_PT&gl=US.
- Diabetes-M. Diabetes-m, 2022. URL <https://diabetes-m.com/>.
- diabetes.org. The path to understanding diabetes starts here, 2021. URL <https://diabetes.org/diabetes/>.
- Flutter. Flutter architectural overview, 2022. URL <https://docs.flutter.dev/resources/architectural-overview>.
- Amerta Ghosh, Ritesh Gupta, and Anoop Misra. Telemedicine for diabetes care in india during COVID19 pandemic and national lockdown period: Guidelines for physicians. *Diabetes Metab. Syndr.*, 14(4):273–276, July 2020.
- Kayleigh Gordon, Katie N Dainty, Carolyn Steele Gray, Jane DeLacy, Amika Shah, Myles Resnick, and Emily Seto. Experiences of complex patients with telemonitoring in a nurse-led model of care: Multimethod feasibility study. *JMIR Nurs*, 3(1):e22118, September 2020.
- Shivani Goyal, Caitlin A Nunn, Michael Rotondi, Amy B Couperthwaite, Sally Reiser, Angelo Simone, Debra K Katzman, Joseph A Cafazzo, and Mark R Palmert. A mobile app for the self-management of type 1 diabetes among adolescents: A randomized controlled trial. *JMIR MHealth UHealth*, 5(6):e82, June 2017.
- Vicky Hammersley, Richard Parker, Mary Paterson, Janet Hanley, Hilary Pinnock, Paul Padfield, Andrew Stoddart, Hyeon Gyeong Park, Aziz Sheikh, and Brian McKinstry. Telemonitoring at scale for hypertension in primary care: An implementation study. *PLoS Med.*, 17(6):e1003124, June 2020.
- Healthline. The best diabetes apps of 2022, 2022a. URL <https://www.healthline.com/health/diabetes/top-iphone-android-apps>.
- Healthline. The best heart disease apps of 2022, 2022b. URL <https://www.healthline.com/health/heart-disease/top-iphone-android-apps>.
- Natalie M Jayaram, Yevgeniy Khariton, Harlan M Krumholz, Sarwat I Chaudhry, Jennifer Mattera, Fengming Tang, Jeph Herrin, Beth Hodshon, and John A Spertus. Impact of telemonitoring on health status. *Circ. Cardiovasc. Qual. Outcomes*, 10(12), December 2017.
- Bronte Jeffrey, Melina Bagala, Ashley Creighton, Tayla Leavey, Sarah Nicholls, Crystal Wood, Jo Longman, Jane Barker, and Sabrina Pit. Mobile phone applications and their use in the self-management of type 2 diabetes mellitus: a qualitative study among app users and non-app users. *Diabetol. Metab. Syndr.*, 11(1):84, October 2019.

Instituto Ricardo Jorge. Infográfico insa doença crónica, 2019. URL <http://www.insa.min-saude.pt/infografico-insa-%E2%94%80-doenca-cronica/>.

Radia Marium Modhumi Khan, Zoey Jia Yu Chua, Jia Chi Tan, Yingying Yang, Zehuan Liao, and Yan Zhao. From pre-diabetes to diabetes: Diagnosis, treatments and translational research. *Medicina (Kaunas)*, 55(9):546, August 2019.

Altice Labs. ehealth smart assisted living, 2022. URL <https://www.alticelabs.com/products/ehealth-smart-assisted-living/>.

Jun Yang Lee and Shaun Wen Huey Lee. Telemedicine cost-effectiveness for diabetes management: A systematic review. *Diabetes Technol. Ther.*, 20(7):492–500, July 2018.

Ran Li, Ning Liang, Fanlong Bu, and Therese Hesketh. The effectiveness of self-management of hypertension in adults using mobile health: Systematic review and meta-analysis. *JMIR MHealth UHealth*, 8(3):e17776, March 2020.

FreeStyle Libre. Freestyle libre, 2022. URL <https://www.freestylelibre.pt/>.

SAPO Lifestyle/Lusa. Doenças crónicas: Mais de 550 mil pessoas são vítimas mortais em idade ativa na europa, 2022. URL <https://lifestyle.sapo.pt/saude/noticias-saude/artigos/doencas-cronicas-mais-de-550-mil-pessoas-sao-vitimas-mortais-em-idade-ativa>

Michael Mileski, Clemens Scott Kruse, Justin Catalani, and Tara Haderer. Adopting telemedicine for the self-management of hypertension: Systematic review. *JMIR Med. Inform.*, 5(4):e41, October 2017.

Instant Heart Rate: HR Monitor. Instant heart rate: Hr monitor, 2022. URL https://play.google.com/store/apps/details?id=si.modula.android.instantheartrate&hl=en_US&gl=US.

Kyle Morawski, Roya Ghazinouri, Alexis Krumme, Julie C Lauffenburger, Zhigang Lu, Erin Durfee, Leslie Oley, Jessica Lee, Namita Mohta, Nancy Haff, Jessie L Juusola, and Niteesh K Choudhry. Association of a smartphone application with medication adherence and blood pressure control: The MedISAFE-BP randomized clinical trial. *JAMA Intern. Med.*, 178(6):802–809, June 2018.

STEVEN NICKOLAS. What do correlation coefficients positive, negative, and zero mean?, 2021. URL <https://www.investopedia.com/ask/answers/032515/what-does-it-mean-if-correlation-coefficient-positive-negative-or-zero.asp>.

Eoin O'Brien, William B White, Gianfranco Parati, and Eamon Dolan. Ambulatory blood pressure monitoring in the 21st century. *J. Clin. Hypertens. (Greenwich)*, 20(7):1108–1111, July 2018.

Stefano Omboni, Richard J McManus, Hayden B Bosworth, Lucy C Chappell, Beverly B Green, Kazuomi Kario, Alexander G Logan, David J Magid, Brian Mckinstry, Karen L Margolis, Gianfranco Parati, and Bonnie J Wakefield. Evidence and recommendations on the use of telemedicine for the management of arterial hypertension: An international expert position paper. *Hypertension*, 76(5):1368–1383, November 2020.

OneTouch. Onetouch reveal, 2022. URL <https://www.onetouch.pt/OneTouchReveal>.

José Luís Carvalho Paula Rebelo, Luiz Flores. Diabetes afeta um milhão mas muitos ignoram que a têm, 2022. URL https://www.rtp.pt/noticias/saude/diabetes-afeta-um-milhao-mas-muitos-ignoram-que-a-tem_v961878.

Rodolfo F. Alves Pena. Envelhecimento demográfico da europa, 2022. URL <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/envelhecimento-demografico-europa.htm>.

pub.dev. google ml kit 0.12.0, 2022. URL https://pub.dev/packages/google_ml_kit.

Qardio. Qardio, 2022. URL <https://www.qardio.com/>.

Tua saude. Glicemia média estimada: o que é, para que serve e valores de referência, 2022. URL <https://www.tuasaude.com/glicemia-media-estimada/>.

Catarina Silva. 1,5 milhões de obesos em portugal: Dgs quer consultas nos centros de saúde, 2022. URL <https://www.jn.pt/nacional/15-milhoes-de-obesos-em-portugal-dgs-quer-consultas-nos-centros-de-saude-1.html>.

sns24. Hipertensão arterial, 2021. URL <https://www.sns24.gov.pt/tema/doencas-do-coracao/hipertensao-arterial/>.

Android Studio. Android studio, 2022. URL <https://developer.android.com/studio>.

Savitha Subramanian and David Baidal. The management of type 1 diabetes. In *Endotext [Internet]*. MDText.com, May 2021.

Chenglin Sun, Lin Sun, Shugang Xi, Hong Zhang, Huan Wang, Yakun Feng, Yufeng Deng, Haimin Wang, Xianchao Xiao, Gang Wang, Yuan Gao, and Guixia Wang. Mobile phone-based telemedicine practice in older chinese patients with type 2 diabetes mellitus: Randomized controlled trial. *JMIR MHealth UHealth*, 7(1):e10664, January 2019.

Techopedia. Software framework, 2018. URL <https://www.techopedia.com/definition/14384/software-framework>.

Tensorflow. aiy/vision/classifier/food-v1, 2022. URL https://tfhub.dev/google/lite-model/aiy/vision/classifier/food_v1/1.

- Blood Pressure Tracker. Blood pressure tracker, 2022. URL <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.aadhk.lite.bptracker&hl=en&gl=US>.
- ufpel. Hipertensão arterial atinge 1,13 bilhão de pessoas no mundo, aponta estudo, 2022. URL <https://ccs2.ufpel.edu.br/wp/2016/11/16/hipertensao-arterial-atinge-113-bilhao-de-pessoas-no-mundo-aponta-estudo/>.
- Josephus F M van den Heuvel, Samira Ayubi, Arie Franx, and Mireille N Bekker. Home-based monitoring and telemonitoring of complicated pregnancies: Nationwide cross-sectional survey of current practice in the netherlands. *JMIR MHealth UHealth*, 8(10):e18966, October 2020.
- Sam Winward, Tejal Patel, Mazin Al-Saffar, and Matthew Noble. The effect of 24/7, digital-first, NHS primary care on acute hospital spending: Retrospective observational analysis. *J. Med. Internet Res.*, 23(7):e24917, July 2021.
- Hongxuan Xu and Huanyu Long. The effect of smartphone app-based interventions for patients with hypertension: Systematic review and meta-analysis. *JMIR MHealth UHealth*, 8(10):e21759, October 2020.
- Timothy Xu, Shreya Pujara, Sarah Sutton, and Mary Rhee. Telemedicine in the management of type 1 diabetes. *Prev. Chronic Dis.*, 15:E13, January 2018.
- Mat Zaleski. Flutter vs. react native in 2022 — detailed comparison, 2022. URL <https://www.nomtek.com/blog/flutter-vs-react-native>.
- Bin Zhou, Rodrigo M Carrillo-Larco, Goodarz Danaei, and Leanne M Riley. Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1201 population-representative studies with 104 million participants. *The Lancet*, 398(10304):957–980, 2021. ISSN 0140-6736. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01330-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01330-1). URL <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673621013301>.

Parte I

ANEXOS



CASOS DE USO — REGISTO DOS SINAIS VITAIS E DA ATIVIDADE

O requisito funcional, adicionar oxigénio no sangue, especificado na Figura 76, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo registar o oxigénio no sangue, inserindo manualmente o valor, para posteriormente consultar. Em alternativa deve permitir também o registo automático através da conexão via Bluetooth de um dispositivo médico.

USE CASE	Adicionar oxigénio no sangue
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação insere um novo evento com o oxigénio no sangue (SpO2)
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador seleciona a opção de adicionar uma nova medição.
Pós condição	O utilizador adiciona com sucesso um novo evento com o registo do oxigénio no sangue.
Tags	
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none">1. O utilizador seleciona para adicionar uma nova medição.2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento.3. O utilizador seleciona o registo do oxigénio no sangue.4. A aplicação devolve uma página com os detalhes necessários para adicionar um novo registo do oxigénio no sangue.5. O utilizador insere o nível de oxigénio no sangue e carrega no botão de guardar.6. A aplicação mostra o novo registo adicionado ao evento.7. O utilizador confirma as medições efetuadas.8. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.
Fluxo alternativo	<ol style="list-style-type: none">1. O utilizador seleciona para adicionar uma nova medição.2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento.3. O utilizador liga o Bluetooth do telemóvel4. A aplicação procura por dispositivos na proximidade.5. O utilizador conecta o seu oxímetro e efetua a medição.6. A aplicação adiciona o registo do oxigénio no sangue ao evento.7. O utilizador confirma as medições efetuadas.8. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.

Figura 76: Requisito funcional “adicionar oxigénio no sangue”

O requisito funcional, adicionar tensão arterial, especificado na Figura 77, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo registar a tensão arterial, inserindo manualmente os valores, para posteriormente consultar. Em alternativa deve permitir também o registo automático através da conexão via Bluetooth de um dispositivo médico. As tags foram definidas em função de descrições úteis para o utente que realiza a medição, por exemplo, o braço em que é efetuada a medição, a posição do corpo e se sente uma

possível arritmia cardíaca. Sendo assim, as tags definidas para a adição da tensão arterial foram as seguintes: “Arritmia”, “Deitado”, “Sentado”, “Mão direita”, “Mão esquerda”.

USE CASE	Adicionar tensão arterial
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação insere um novo evento com a tensão arterial sistólica e diastólica.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador seleciona a opção de adicionar uma nova medição.
Pós condição	O utilizador adiciona com sucesso um novo evento com o registo da tensão arterial.
Tags	Arritmia, deitado, sentado, mão direita, mão esquerda.
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar uma nova medição. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador seleciona o registo da tensão arterial. 4. A aplicação devolve uma página com os detalhes necessários para adicionar um novo registo da tensão arterial. 5. O utilizador insere o nível de tensão arterial sistólica e diastólica e carrega no botão de guardar. 6. A aplicação mostra os novos registos adicionadas ao evento. 7. O utilizador confirma as medições efetuadas. 8. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.
Fluxo alternativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar uma nova medição. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de medições que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador liga o Bluetooth do telemóvel 4. A aplicação procura por dispositivos na proximidade. 5. O utilizador conecta o seu tensímetro e efetua a medição da tensão arterial. 6. A aplicação adiciona a medição da tensão arterial ao evento. 7. O utilizador confirma as medições efetuadas. 8. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.

Figura 77: Requisito funcional “adicionar tensão arterial”

O requisito funcional, adicionar medição tomada, especificado na Figura 78, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo registar a medição efetuada, inserindo manualmente o valor, para posteriormente consultar.

USE CASE	Adicionar medicação tomada
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação insere um novo evento com a medicação tomada.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador seleciona a opção de adicionar uma nova medição.
Pós condição	O utilizador adiciona com sucesso um novo evento com a medicação tomada.
Tags	
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar uma nova medição. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador seleciona a medicação. 4. A aplicação devolve uma página com os detalhes necessários para adicionar um novo registo da medicação tomada. 5. O utilizador insere a medicação tomada e carrega no botão de guardar. 6. A aplicação mostra o novo registo adicionado ao evento. 7. O utilizador confirma os registos efetuados. 8. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.

Figura 78: Requisito funcional “adicionar medicação tomada”

O requisito funcional, adicionar hemoglobina glicada, especificado na Figura 79, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo registar a hemoglobina, inserindo manualmente o valor, para posteriormente consultar. As tags foram definidas em função de descrições do momento em que a hemoglobina é registada. Deste modo, as tags definidas foram as seguintes: “Teste em casa”, “Teste no laboratório”.

USE CASE	Adicionar hemoglobina glicada (HbA1c)
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação insere um novo evento com a hemoglobina glicada.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador seleciona a opção de adicionar uma nova medição.
Pós condição	O utilizador adiciona com sucesso um novo evento com a hemoglobina glicada.
Tags	Teste em casa, teste no laboratório.
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar uma nova medição. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador seleciona a hemoglobina glicada 4. A aplicação devolve uma página com os detalhes necessários para adicionar um novo registo da hemoglobina glicada 5. O utilizador insere a hemoglobina glicada e carrega no botão de guardar. 6. A aplicação mostra o novo registo adicionado ao evento. 7. O utilizador confirma os registos efetuados. 8. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.

Figura 79: Requisito funcional “adicionar hemoglobina glicada (HbA1c)”

O requisito funcional, adicionar cetonas, especificado na Figura 80, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo registar o valor das cetonas, inserindo manualmente o valor, para

posteriormente consultar. As tags foram definidas em função de descrições do momento em que as cetonas são registadas. Deste modo, as tags definidas foram as seguintes: “Teste em casa”, “Teste no laboratório”.

USE CASE	Adicionar cetonas
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação insere um novo evento com o nível de cetonas.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador seleciona a opção de adicionar uma nova medição.
Pós condição	O utilizador adiciona com sucesso um novo evento com o nível de cetonas.
Tags	
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar uma nova medição. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador seleciona o registo de cetonas. 4. A aplicação devolve uma página com os detalhes necessários para adicionar um novo registo de cetonas. 5. O utilizador insere a percentagem de cetonas e carrega no botão de guardar. 6. A aplicação mostra o novo registo adicionado ao evento. 7. O utilizador confirma os registos efetuados. 8. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.

Figura 80: Requisito funcional “adicionar cetonas”

O requisito funcional, adicionar atividade física, especificado na Figura 81, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo registar a atividade física praticada, inserindo manualmente o valor, para posteriormente consultar. As tags foram definidas em função de descrições da intensidade do exercício físico. Deste modo, as tags definidas foram as seguintes: “Ligeira”, “Moderada” e “intensa”.

USE CASE	Adicionar atividade física
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação insere um novo evento com a atividade física.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador seleciona a opção de adicionar uma nova medição.
Pós condição	O utilizador adiciona com sucesso um novo evento com a atividade física.
Tags	Ligeira, moderada, intensa.
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar uma nova medição. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utente seleciona o registo da atividade física. 4. A aplicação devolve uma página com os detalhes necessários para adicionar um novo registo da atividade física. 5. O utente insere a duração e tipo (ligeira, media, intensa) da atividade física e carrega no botão de guardar. 6. A aplicação mostra o novo registo adicionado ao evento. 7. O utente confirma os registos efetuados. 8. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.

Figura 81: Requisito funcional “adicionar atividade física”

O requisito funcional, adicionar passos, especificado na Figura 82, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo registar a quantidade de passos percorridos, inserindo manualmente o valor, para posteriormente consultar.

USE CASE	Adicionar passos
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação insere um novo evento com os passos.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador seleciona a opção de adicionar uma nova medição.
Pós condição	O utilizador adiciona com sucesso um novo evento com os passos.
Tags	
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar uma nova medição. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador seleciona o registo dos passos. 4. A aplicação devolve uma página com os detalhes necessários para adicionar um novo registo dos passos. 5. O utilizador insere a quantidade de passos e carrega no botão de guardar. 6. A aplicação mostra o novo registo adicionado ao evento. 7. O utilizador confirma os registos efetuados. 8. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.

Figura 82: Requisito funcional “adicionar passos”

O requisito funcional, adicionar peso, especificado na Figura 83, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo registar o peso corporal, inserindo manualmente o valor, para posteriormente consultar.

USE CASE	Adicionar peso
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação insere um novo evento com o peso.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador seleciona a opção de adicionar uma nova medição.
Pós condição	O utilizador adiciona com sucesso um novo evento com o registo do peso.
Tags	Em jejum, antes de exercício físico, após exercício físico, durante o dia, antes de dormir.
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar uma nova medição. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador seleciona o registo do peso. 4. A aplicação devolve uma página com os detalhes necessários para adicionar um novo registo do peso. 5. O utilizador insere o seu peso e carrega no botão de guardar. 6. A aplicação mostra o novo registo adicionado ao evento. 7. O utilizador confirma os registos efetuados. 8. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.
Fluxo alternativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar uma nova medição. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador liga o Bluetooth do telemóvel 4. A aplicação procura por dispositivos na proximidade. 5. O utilizador conecta a sua balança a aplicação. 6. O utilizador faz a medição do seu peso. 7. A aplicação adiciona o peso ao evento. 8. O utilizador confirma os registos efetuados. 9. A aplicação grava o evento e mostra uma mensagem de sucesso.

Figura 83: Requisito funcional “adicionar peso”

O requisito funcional, consultar histórico de eventos, especificado na Figura 84, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo consultar todos os registos efetuados das medições previamente especificadas.

USE CASE	Consultar histórico de eventos
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação consulta o histórico com os eventos previamente efetuados.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador visita a página do histórico de eventos. O utilizador consulta com sucesso o histórico com os eventos previamente efetuados.
Tags	
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para visitar a página com o histórico de eventos. 2. A aplicação devolve uma lista com os eventos previamente realizados pelo utilizador. 3. O utilizador consulta o histórico e pode clicar num elemento da lista de eventos para verificar os detalhes dos registos do mesmo.

Figura 84: Requisito funcional “consultar histórico de eventos”

B

CASOS DE USO — REGISTO DA NUTRIÇÃO

O requisito funcional, criar receitas de alimentos, especificado na Figura 85, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo criar receitas de alimentos pessoais, associando um nome, descrição e uma lista de alimentos.

USE CASE	Criar receitas de alimentos.
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação cria receitas de alimentos.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador seleciona a opção de criar uma receita.
Pós condição	O utilizador cria com sucesso uma receita de alimentos.
Tags	
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none">1. O utilizador seleciona para adicionar alimentação.2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento.3. O utilizador seleciona a pesquisa de receitas.4. A aplicação devolve uma página com os detalhes necessários para pesquisar receitas.5. O utilizador seleciona criar uma receita.6. A aplicação devolve os detalhes necessários para criar uma receita.7. O utilizador insere nome, descrição, doses e adiciona os alimentos.8. O utilizador confirma a criação da receita.9. A aplicação grava a receita.

Figura 85: Requisito funcional “criar receitas de alimentos”

O requisito funcional, pesquisar editar receitas de alimentos, especificado na Figura 86, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo editar uma receita de alimentos, podendo alterar o nome, a descrição, e a quantidade de alimentos.

USE CASE	Editar receitas de alimentos.
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação edita receitas de alimentos.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação com uma receita criada.
Ação	O utilizador seleciona a opção de editar uma receita.
Pós condição	O utilizador edita com sucesso uma receita de alimentos.
Tags	
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar alimentação. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador seleciona a pesquisa de receitas. 4. A aplicação devolve uma página com os detalhes necessários para pesquisar receitas. 5. O utilizador seleciona editar uma receita. 6. A aplicação devolve os detalhes necessários para editar uma receita. 7. O utilizador altera o nome, descrição, doses e os alimentos. 8. O utilizador confirma a edição da receita. 9. A aplicação grava a receita.

Figura 86: Requisito funcional “editar receitas de alimentos”

O requisito funcional, adicionar alimentos aos favoritos, especificado na Figura 87, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo adicionar alimentos pesquisados aos favoritos para tornar a pesquisa futura mais fácil e eficaz.

USE CASE	Adicionar alimentos aos favoritos.
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação adiciona alimentos aos favoritos.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador seleciona a opção de adicionar aos favoritos.
Pós condição	O utilizador adiciona com sucesso um alimento aos favoritos.
Tags	
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar alimentação. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador seleciona pesquisa de alimentos. 4. A aplicação devolve uma página com os detalhes necessários para pesquisar os macronutrientes e calorias de alimentos. 5. O utilizador pesquisa o alimento pretendido e adiciona-o aos favoritos. 6. A aplicação grava o alimento na lista de favoritos.

Figura 87: Requisito funcional “adicionar alimentos aos favoritos”

O requisito funcional, adicionar receitas aos favoritos, especificado na Figura 88, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo adicionar receitas pessoais aos favoritos para tornar a pesquisa futura mais fácil e eficaz.

USE CASE	Adicionar receitas aos favoritos.
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação adiciona receitas aos favoritos.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação.
Ação	O utilizador seleciona a opção de adicionar aos favoritos.
Pós condição	O utilizador adiciona com sucesso uma receita aos favoritos.
Tags	
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar alimentação. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador seleciona pesquisa de receitas. 4. A aplicação devolve uma página com os detalhes necessários para pesquisar receitas. 5. O utilizador pesquisa a receita pretendida e adiciona-a aos favoritos. 6. A aplicação grava a receita na lista de favoritos.

Figura 88: Requisito funcional “adicionar receitas aos favoritos”

O requisito funcional, calcular bolus de insulina, especificado na Figura 89, que tem como pré-condição o utilizador estar autenticado, deve permitir ao mesmo calcular o bolus de insulina de modo a garantir uma melhor gestão da glicose no sangue.

USE CASE	Calcular bolus de insulina.
Descrição	Um utilizador autenticado na aplicação calcula o bolus de insulina de uma dada quantidade de hidratos de carbono.
Ator	Utilizador, perfil de paciente
Pré-condição	O utilizador está autenticado na aplicação e inseriu uma quantidade de hidratos de carbono.
Ação	O utilizador seleciona a opção de calcular o bolus de insulina.
Pós condição	O utilizador calcula com sucesso o bolus de insulina.
Tags	
Fluxo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O utilizador seleciona para adicionar alimentação. 2. A aplicação devolve os diferentes tipos de registos que podem ser inseridos no evento. 3. O utilizador seleciona uma das opções e adiciona hidratados de carbono. 4. A aplicação calcula o total de hidratos de carbono. 5. O utilizador seleciona para calcular a bolus de insulina. 6. A aplicação verifica que existe um registo de glicose recente (1 hora). 7. A aplicação calcula o bolus de insulina.
Fluxo de exceção 1[registo de glicose não é recente] (passo 6)	6.1 A aplicação informa o erro e que o utilizador necessita de realizar uma nova medição de glicose.

Figura 89: Requisito funcional “calcular bolus de insulina”