



Aplicação móvel para registo nutricional e de atividade física de um paciente com diabetes tipo 2

JOÃO FERREIRA TRINDADE MENDES GODINHO
novembro de 2020

Aplicação móvel para registo nutricional e de atividade física de um paciente com diabetes tipo 2

João Trindade Godinho

“Dissertação apresentada no Instituto Superior de Engenharia do Porto para a obtenção
do grau de Mestre em Engenharia de Computação e Instrumentação Médica”

Orientadores: Luís Conceição e Diogo Martinho

Porto, 31 de outubro de 2020

*“Everything is yet to be said, all the past
moments have remained untold”*

-Bruno Daniel Morais

Resumo

O tipo e a quantidade de alimentos que ingerimos tem um grande impacto na nossa saúde. As doenças relacionadas com a dieta alimentar são uma das principais preocupações de saúde pública e continuam a pôr em perigo a qualidade de vida da população, afetando a própria sustentabilidade dos sistemas de saúde. A ingestão desequilibrada de alimentos pode resultar em distúrbios metabólicos, desnutrição, excesso de peso, baixo desempenho mental e outros fatores de risco, como doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2 ou cancro.

A diabetes mellitus (DM) é considerada uma das epidemias do século XXI onde o controlo e prevenção de possíveis complicações, devido ao aumento da sua prevalência, passaram a ser prioridade para a saúde pública. Embora a hereditariedade seja um fator preponderante no aparecimento da DM, a obesidade e o sedentarismo continuam a ser os principais fatores de risco para o desenvolvimento desta patologia. Dito isto, é essencial a educação dos doentes em relação ao papel de uma alimentação saudável e à prática de atividade física de modo que seja possível uma maior adoção de comportamentos de autocuidado, levando a um controlo mais eficaz da doença. Assim sendo, a utilização de tecnologias de monitorização e acompanhamento de doentes desempenham um papel fundamental para alcançar esse objetivo.

A proposta deste trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema de suporte a pacientes portadores da doença DM tipo 2, de forma a permitir uma maior eficácia no acompanhamento, monitorização e gestão da doença e dos riscos a esta associada. A aplicação deve permitir que o paciente diabético registe com detalhe tanto as suas refeições ao longo do dia, como a atividade física realizada. Além disso, a aplicação deverá também sugerir diferentes planos nutricionais, e de acordo com o perfil do utilizador. Para tal, serão estudadas e desenvolvidas técnicas que possibilitem a definir diferentes perfis de utilizador.

Por fim, pode concluir-se que foi possível desenvolver um conjunto de funcionalidades que acredita-se serem essenciais para acompanhar um doente com DM tipo 2 na sua rotina diária, auxiliando-o na adoção de comportamentos mais saudáveis tanto relativos a sua dieta como à prática de exercício físico.

Palavras-chave: Diabetes, Aplicação móvel, Gamificação, Sistemas de recomendação

Abstract

The kind and quantity of the food that we ingest have a huge impact on our overall well being. Diseases associated with particular dietary patterns are one of the major concerns of our public health institutes given that these diseases play a huge part in degrading the quality of life of millions, putting at risk the sustainability of our public health institutions. An unbalanced and inadequate plan of food intake can result in metabolic disorders, malnutrition, excess weight, low cognitive performance levels are other factors such as cardiovascular diseases, type 2 diabetes and cancer.

Diabetes mellitus (DM) is considered as one of the epidemics of the XXI century. Due to its prevalence in today's world, controlling and preventing further health problems associated with this disease has been one of the top priorities for our public health institutes. Whilst heredity has been identified as the main cause of origin in new cases of DM, obesity and sedenteriness still remain as the top causes for new cases of this particular pathology. With that in mind, it is essential that patients learn the importance of a healthy diet plan and the importance of physical exercise on a regular basis in order for them to become self-aware and to understand how important self-care really is. Having said this, it is important that we understand that constant monitoring and tracing of these patients play significant roles in achieving this goal.

The soul purpose of this project is to develop a system that is able to assist and monitor patients with DM type 2 disease, in a way that it enables a more effective follow-up, monitoring and management of this disease and all of its side effects. The app must allow the diabetic patient to register, with thorough detail, their meals throughout the day, as well as their daily workout plan. Furthermore, the app should also be able to suggest different nutritional plans tailored for each user.

In closing, we can come to terms with the fact that it was possible to develop a set of functionalities that are essential in monitoring a patient with type 2 DM in their daily routines, helping them in implementing healthier and overall better behaviours for their personal diet, as well as physical exercise on a regular basis.

Keywords: Diabetes, Mobile Application, Gamification ,Recommender system.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, e porque sem eles esta dissertação não existiria, quero agradecer ao engenheiro Luís Conceição e ao Diogo Martinho, pelo apoio prestado ao longo deste processo, pelos conhecimentos transmitidos, por toda a disponibilidade e por os sermões dados!!

Quero também deixar um agradecimento especial à Sara Batista, pela amizade e pela ajuda em todo o meu percurso académico.

A Luísa Ferreira, fonte inesgotável de apoio, incentivo e compreensão. Um obrigado por todas as dicas e paciência durante a realização deste projecto.

Ao engenheiro Joaquim Ferreira por todo apoio e companheirismo na realização desta etapa.

Ao ISEP, instituição que me acolheu durante estes seis anos académicos e que muitas alegrias me proporcionou.

Por último, mas não menos importante, agradeço à minha família. Aos meus pais e avós, por todo o apoio incondicional não só na minha vida académica como também em todas as etapas pessoais.

A todos os que diretamente ou indiretamente fizeram parte da minha formação.

A todos vocês, o meu sincero agradecimento.

Contéudo

Lista de Figuras.....	xiii
Lista de Tabelas	xv
Acrónimos, Símbolos e Glossário	xvii
1. Introdução.....	1
1.1 Contexto	1
1.2 Problema.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.4 Estrutura da dissertação.....	4
2. Estado de Arte	5
2.1 Contextualização da diabetes.....	5
2.1.1 Nutrição	6
2.1.2 Atividade Física	9
2.1.3 Saúde Mental	11
2.2 <i>Eletronic Health e Mobile Health</i>	13
2.3 Gamificação	15
2.4 Análise de aplicações	17
3. Solução Proposta	21
3.1 Material e Métodos.....	21
3.1.1 <i>Xamarin</i>	21
3.1.2 Aplicação Web	22
3.2 Análise e Conceção.....	24
3.2.1 Stakeholders	25
3.2.2 Atores.....	25
3.2.3 Requisitos Funcionais.....	25
3.2.4 Requisitos não funcionais	28
3.2.5 Modelo de Domínio	29
3.3 Arquitetura do Sistema	31
3.4 Visão da Solução	32
4. Implementação	35
4.1 Back-end	35
4.2 Base de Dados	36
4.3 API Gateway.....	38
4.3.1 Acesso a dados.....	38
4.3.2 <i>Endpoints</i>	40
4.4 Aplicação Móvel.....	42
4.4.1 Plugins Utilizados	42

4.4.2	Implementação de casos de uso	43
4.5	Testes de <i>software</i>	71
4.5.1	Testes Unitários	71
4.5.2	Testes de Integração	77
5.	Conclusões	91
5.1	Síntese e conclusões do trabalho	91
5.2	Trabalho Futuro	95
	Bibliografia.....	97
	Anexo 1 – Tabela de <i>Endpoints</i>	101
	Anexo 2 – Tabela de Atividade física	103

Lista de Figuras

Figura 2.1- Número de funcionalidades por aplicação.	19
Figura 3.1 - Arquitetura geral de uma aplicação em xamarin (Microsoft 2020c).	22
Figura 3.2 - Diagrama de Exemplo de funcionalidades do HTTP (Mozilla 2020a).	22
Figura 3.3 - Exemplo de um pedido HTTP (Mozilla 2020a).	23
Figura 3.4 - Exemplo de uma resposta HTTP (Mozilla 2020a).	24
Figura 3.5 - Exemplo de um pedido HTTP a um servidor alocado no IIS.	24
Figura 3.6 - Diagrama de casos de uso do utilizador não autenticado	26
Figura 3.7 - Diagramas de Casos de Uso do Utilizador Autenticado.	27
Figura 3.8 - Modelo de Domínio.	30
Figura 3.9-Diagrama de componentes do sistema	31
Figura 3.10 - Diagrama da solução proposta	32
Figura 3.11 - Arquitetura do SR utilizado (Batista 2020).	34
Figura 4.1 - Diagrama de funcionalidades implementadas e importadas	35
Figura 4.2 – Modelo de Dados.	36
Figura 4.3 - Controlos criados e utilizados na aplicação servidora	39
Figura 4.4- Diagrama de sequência de um pedido (Casanova et al. 2011; Microsoft 2020b).	39
Figura 4.5 - Modelo de implementação de um endpoint	40
Figura 4.6 - Exemplo de um endpoint desenvolvido.	40
Figura 4.7 - Página de início de sessão	43
Figura 4.8 - Excerto de código referente à existência de um utilizador.	44
Figura 4.9 - Excerto de código referente ao armazenamento da sessão do utilizador loggado.	44
Figura 4.10 - Excerto de código referente a existência de uma sessão	45
Figura 4.11 - Mensagem de sucesso /Mensagem de Erro/Mensagem de erro de preenchimento de dados.	45
Figura 4.12 - Formulário de registo.	46
Figura 4.13 – Classificação de alimentos após registo do utilizador.	47
Figura 4.14 - Homepage principal de um utilizador loggado	47
Figura 4.15 - Configurações SMTP e configurações do corpo da mensagem.	48
Figura 4.16 - Email recebido.	49
Figura 4.17 - Exemplo de email enviado ao utilizador após a mudança da palavra-passe.	49
Figura 4.18 - Menu de opções para registo de um alimento.	50
Figura 4.19 - Formulário de pesquisa de um alimento.	51
Figura 4.20 - Formulário de quantidade, em gramas, do alimento que o utilizador pretende ingerir.	51
Figura 4.21 - Alerta de limite ultrapassado de um macronutriente.	52
Figura 4.22 - Alerta para realização de uma atividade física antes de registo de um alimento.	52
Figura 4.23 - Alerta para registar outro alimento.	52
Figura 4.24 - Exemplo da funcionalidade de reconhecimento de texto e respetivo calculo das calorias.	53
Figura 4.25 – Figura de como pedir uma recomendação.	54
Figura 4.26 - Lista de recomendações sugeridas ao utilizador.	55
Figura 4.27 - Histórico de alimentos ingeridos.	56
Figura 4.28 - Gráfico de quantidade de calorias ingeridas na última semana.	57
Figura 4.29 - Inserir estado emocional.	57
Figura 4.30 - Sistemas de mensagem implementado.	58

Figura 4.31 - Mensagem de aviso após o dispositivo móvel ter detectado um movimento brusco.	58
Figura 4.32 - Formulário de pesquisa de uma atividade física.	59
Figura 4.33 - Página inicial após inserção de uma atividade física realizada.	60
Figura 4.34 - Histórico de atividade física realizada.	61
Figura 4.35 - Alerta de subida de nível.	62
Figura 4.36 - Código de desconto gerado.	63
Figura 4.37 - Recompensas das ações do utilizador.	63
Figura 4.38 - Formulário de alteração da ficha de saúde.	64
Figura 4.39 - Exemplo de um relatório diário gerado.	65
Figura 4.40 - Formulário para criação de um lembrete	66
Figura 4.41 - Lista de lembretes agendados.	66
Figura 4.42 - Lembretes acionados durante o dia.	67
Figura 4.43 - Notificação programada para registar um alimento/realizar atividade física.	67
Figura 4.44 - Formulário de registo de um medicamento.	68
Figura 4.45 - Dicas apresentadas ao utilizador.	69
Figura 4.46 - Lista de receitas para a refeição do tipo "Breakfast".	70
Figura 4.47 - Demonstração de um teste unitário realizado ao método CalculateMaleCalories.	71
Figura 4.48 - Demonstração de um teste unitário realizado ao método CalculateFemaleCalories.	72
Figura 4.49 - Demonstração de um teste unitário realizado ao método CalculateDailyCarbohydrates.	72
Figura 4.50 - Demonstração de um teste unitário realizado ao método CalculateDailyProtein.	73
Figura 4.51 - Demonstração de um teste unitário realizado ao método CalculateDailyFat.	73
Figura 4.52 - Demonstração de um teste unitário realizado ao método CalculateDailyAGPI.	74
Figura 4.53 - Demonstração de um teste unitário realizado ao método CalculateDailyAGS.	74
Figura 4.54 - Demonstração de um teste unitário realizado ao método CalculateDailySucrose.	75
Figura 4.55 - Demonstração de um teste unitário realizado ao método CalculateDailySugarMale..	75
Figura 4.56 - Demonstração de um teste unitário realizado ao método CalculateDailySugarFemale.	76
Figura 4.57 - Resultados dos testes unitários realizados.	76
Figura 4.58 - Exemplo de um teste efetuado no Postman.	77
Figura 4.59 - Teste de integração do endpoint relativo a Food e respectivo resultado.	78
Figura 4.60 - Resultado dos testes de integração para o endpoint User.	79
Figura 4.61 - Resultado dos testes de integração do endpoint Token.	80
Figura 4.62 - Resultado dos testes de integração do endpoint MedicalRecord.	80
Figura 4.63 - Resultado dos testes de integração realizados para o endpoint Gamification.	81
Figura 4.64 - Resultado dos testes de integração do endpoint UserHasFood.	82
Figura 4.65 - Resultado para os testes de integração do endpoint PhysicalActivity.	82
Figura 4.66 - Resultados obtidos para os testes de integração relativos ao endpoint UserHasPhysicalActivity	83
Figura 4.67 - Resultado dos testes de integração relativos ao endpoint Classification.	84
Figura 4.68 - Resultado dos testes de integração realizados para o endpoint Meal.	84
Figura 4.69 - Resultado dos testes de integração realizados para o endpoint Notification.	85
Figura 4.70 - Resultado dos testes de integração realizados para o endpoint Medicine/UserHasMedicine.	85
Figura 5.1 - Número de funcionalidades aplicações testadas vs aplicação implementada.	94

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 – Composição nutricional do plano alimentar indicado para doentes portadores de DM tipo 2 (Diabetes 2015).....	9
Tabela 2.2 - Tabela de funcionalidades das aplicações estudadas	18
Tabela 4.1 - Tabela de calorias queimadas por exercício e peso do praticante (Calories 2020).	60
Tabela 4.2 - Resumo do teste unitário ao método CalculateMaleCalories.....	71
Tabela 4.3- Resumo do teste unitário ao método CalculateFemaleCalories	72
Tabela 4.4- Resumo do teste unitário ao método CalculateDailyCarbohydrates.....	72
Tabela 4.5- Resumo do teste unitário ao método CalculateDailyProtein.....	73
Tabela 4.6- Resumo do teste unitário ao método CalculateDailyFat	73
Tabela 4.7 - Resumo do teste unitário ao método CalculateDailyAGPI.....	74
Tabela 4.8- Resumo do teste unitário ao método CalculateDailyAGS.....	74
Tabela 4.9- Resumo do teste unitário ao método CalculateDailySucrose	75
Tabela 4.10- Resumo do teste unitário ao método CalculateDailySugarMale.	75
Tabela 4.11- Resumo do teste unitário ao método CalculateDailySugarFemale.....	76
Tabela 4.12 - Teste de aceitação à funcionalidade de autenticação de utilizador	86
Tabela 4.13 - Teste de aceitação da funcionalidade relativa ao registo do utilizador.....	86
Tabela 4.14 - Teste de aceitação da funcionalidade relativa à alteração da palavra-passe	86
Tabela 4.15 - Teste de aceitação da funcionalidade de registo de um alimento	87
Tabela 4.16 - Teste de aceitação a funcionalidade de gerar recomendações	87
Tabela 4.17- Teste de aceitação a funcionalidade de consulta do histórico de alimentos	87
Tabela 4.18 - Teste de aceitação a funcionalidade de registo de um estado emocional	87
Tabela 4.19 - Teste de aceitação a funcionalidade de gerir uma atividade física.....	88
Tabela 4.20- Teste de aceitação a funcionalidade de gerir recompensas	88
Tabela 4.21- Teste de aceitação a funcionalidade de editar ficha de saúde	88
Tabela 4.22 - Teste de aceitação a funcionalidade de gerar relatórios	88
Tabela 4.23 - Teste de aceitação a funcionalidade de gerir lembretes	89
Tabela 4.24 - Teste de aceitação a funcionalidade de gerir medicamentos.....	89
Tabela 4.25 - Testes de aceitação a funcionalidade de consulta de dicas e receitas	89
Tabela 5.1 - Objetivos e o seu grau de realização.....	92
Tabela 5.2 – Funcionalidades da Aplicação Testada vs Aplicação Implementada.....	93

Acrónimos, Símbolos e Glossário

Lista de Acrónimos

BD	Base de Dados
DGS	Direção-Geral da Saúde
DM	Diabetes Mellitus
FURPS	Functionality, Usability, Reliability, Performance e Supportability
IA	Inteligência Artificial
IIS	<i>Internet Information Services</i>
mHealth	<i>Mobile Health</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OMS	Organização Mundial de Saúde
PIB	Produto Interno Bruto
SMTP	<i>Simple Mail Transfer Protocol</i>
SNS	Sistema Nacional de Saúde
SR	Sistema de Recomendação
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
TIC	Tecnologias de Informação e da Comunicação
URL	Uniform Resource Locator

Lista de Símbolos

β	Beta
€	Euro

Capítulo 1

Introdução

O tema da dissertação desenvolvida enquadra-se na área de saúde e baseia-se no desenvolvimento de uma aplicação móvel e do respetivo *Back-end* para a contribuição no controlo da doença diabetes mellitus (DM) tipo 2 através de um acompanhamento de comportamentos diários de doentes portadores da mesma. Assim sendo, este trata-se de um capítulo introdutório no qual primeiramente, será apresentado o contexto do projeto, de seguida, o levantamento do problema e identificação os objetivos a atingir e, por último, é ainda apresentada a estrutura do presente documento.

1.1 Contexto

Em 2015, a prevalência estimada de Diabetes na população Portuguesa com idades compreendidas entre os 20 e 79 anos foi cerca de 13.3%, de 7.7 milhões de indivíduos, ou seja, mais de 1 milhão de Portugueses nesta faixa etária possuem DM tipo 2, dos quais 44% desconhecem ter a doença (Diabetologia 2015). Esta doença tem maior prevalência no sexo masculino, ocupando cerca de 15.9% das doenças diagnosticadas para este, em 2015. Ao contrário do sexo feminino, que ocupa apenas 10.9% (Diabetologia 2015). O relatório da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) sobre saúde indicou Portugal como sendo dos países da Europa com maior taxa de prevalência da doença, sendo que, em 2019, foi o segundo país a liderar a tabela com um valor de 14,2% (Stewart 2020).

O tratamento desta doença e as complicações associadas representam cerca de 10% da despesa pública em saúde, o que corresponde a cerca de 1% do produto interno bruto (PIB) nacional. Diariamente são diagnosticados em Portugal cerca de 200 novos doentes com diabetes (Saúde 2018). Um dos principais determinantes do acentuado incremento na frequência de DM tipo 2 ocorrido, nos últimos anos, é a obesidade, dado que, indivíduos com este problema apresentam um risco três vezes superior de desenvolver a doença quando comparados com indivíduos com peso considerado normal (Cortez et al. 2015). Também o envelhecimento geral da população constitui um determinante do aumento do número de indivíduos afetados por esta doença crónica.

Assim sendo, a mudança de estilos de vida e comportamentos de cada indivíduo são preponderantes para a prevenção e diminuição de complicações associadas à DM tipo 2.

1.2 Problema

Ensaio clínicos recentes e estudos epidemiológicos observacionais demonstraram a importância da mudança do estilo de vida para incrementar a perda de peso e a prática regular de atividade física para melhorar a sensibilidade à insulina e a tolerância à glicose, levando a uma redução do risco de desenvolver DM tipo 2 (García-Molina et al. 2019; Sartorelli et al. 2006; Vasconcelos 2019; Zhang et al. 2019). Deste modo, foi possível descobrir qual a importância dos nutrientes individuais, alimentos, padrões alimentares e atividade física no controlo da DM tipo 2. Foi possível concluir que a adesão de um estilo de vida saudável, permite um maior controlo da patologia e, consecutivamente um aumento de qualidade de vida (Barrareira et al. 2018).

A adesão ao autocuidado é fundamental na gestão da DM tipo 2 pois, para além da ingestão de fármacos e da adoção de um plano alimentar, é necessária uma mudança do estilo de vida que cumpra as recomendações dos profissionais de saúde. No entanto, essa reconfiguração do estilo de vida e participação ativa do doente no controlo da doença, pode apresentar inúmeras repercussões no estado emocional do mesmo. Desta forma, torna-se fundamental a procura de estratégias que visem minimizar esta situação (Faria et al. 2014).

O desenvolvimento da tecnologia levou ao aparecimento de novas soluções, entre elas, tecnologias de dispositivos moveis aplicadas à saúde que, no caso dos doentes de DM tipo 2 podem significar um aumento da qualidade de vida, potenciar uma mudança de atitude e motivar à alteração de comportamentos.

Assim, de modo a tirar proveito da combinação de novas tecnologias, o trabalho desenvolvido pretende ser um contributo efetivo e válido no desenvolvimento de novas soluções no quadro desta problemática.

1.3 Objetivos

O objetivo do presente projeto passa pelo desenvolvimento de um protótipo, que visa ajudar os doentes portadores da doença DM tipo 2. Para tal, pretende-se desenvolver uma aplicação móvel, com o propósito de facilitar o dia a dia de um paciente, através do registo das suas refeições, com os macronutrientes e das calorias gastas durante a prática da atividade física realizada. Para atingir este objetivo principal, o trabalho é dividido em cinco objetivos:

- Identificar quais os fatores de risco que potenciam o aparecimento desta doença;
- Identificar as condicionantes de carácter psicológico que obstaculizam o processo de modificação comportamental que se traduzem em comportamentos e atitudes favoráveis ao controlo da doença;
- Descrever e quantificar os principais parâmetros que servirão de base à monitorização e registo pela aplicação móvel;
- Realizar um estudo comparativo de aplicações móveis já existentes no mercado para a gestão da DM tipo 2, que promovam a aquisição de novos hábitos tais como, a prática de exercício físico e adoção de uma dieta adequada;
- Desenvolver o *design* de uma aplicação móvel para auxiliar o doente com DM tipo 2 no controlo comportamental e na monitorização dos principais fatores de risco. A aplicação móvel desenvolvida destina-se a pessoas cujo controlo da doença se baseie na alteração de comportamentos diários, uma vez que o público-alvo deste estudo são pacientes diagnosticados com DM tipo 2.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está estruturada em cinco capítulos. No primeiro capítulo, referente a Introdução, é efetuado um enquadramento do tema da dissertação, onde é definido o contexto e o levantamento do problema, bem como, os objetivos a atingir no decorrer do projeto.

No Capítulo 2, Estado de Arte, inicialmente é explorado o contexto do projeto e detalhado o estado da arte relativo à doença DM tipo 2, onde é avaliado qual o papel da nutrição, do exercício físico e da saúde mental no controlo e prevenção da DM tipo 2 assim como é feita uma bordagem da tecnologia no setor da saúde, nomeadamente a importância do *Mobile Health (mHealth)* e qual a o papel da utilização de gamificação no setor tecnológico.

No Capítulo 3, Solução Proposta, é apresentado o design da solução, expondo-se inicialmente uma definição da visão da solução, fornecendo uma proposta de solução teórica ao problema exposto. Posteriormente, é realizada a análise e conceção do projeto, contendo os requisitos funcionais e não funcionais e, por último, é exibida toda a arquitetura da solução proposta.

No Capítulo 4, Implementação, tal como o nome indica, é exposta toda a implementação do sistema, detalhando cada uma das componentes do projeto nomeadamente, o sistema de recomendação (SR) utilizado, a aplicação móvel, o *back-end* e os casos de uso identificados. Também será apresentado todos os testes de *software* realizados aos diferentes componentes do sistema.

Finalmente no Capítulo 5, Conclusões, são apresentadas as conclusões através de uma síntese descritiva do trabalho realizado, os objetivos alcançados, as publicações científicas efetuadas no âmbito deste trabalho, as limitações e considerações de trabalho futuro.

Capítulo 2

Estado de Arte

Nesta secção será, primeiramente, detalhado o contexto em que o projeto se insere, apresentando estudos recentes relativos à doença DM tipo 2. De seguida, será exposto o estado de arte associado ao papel da componente *mHealth* na transmissão de cuidados e recursos de saúde bem como o da gamificação e qual a importância da sua implementação atualmente. Foram identificadas possíveis abordagens para o *software* desenvolvido e, analisadas aplicações de auxílio a doentes portadores de DM tipo 2, com vista a identificar a mais completa em conteúdo.

2.1 Contextualização da diabetes

A diabetes é uma doença heterogénea caracterizada por uma hiperglicemia crónica (Scheen 2005) sendo que as causas desta doença são multifatoriais e incluem fatores genéticos e ambientais que afetam a secreção de insulina pelas células β do pâncreas e, simultaneamente, desregulam a sensibilidade dos tecidos musculares, do fígado, do tecido adiposo e do pâncreas à ação da insulina (Kohei 2010; Scheen 2005).

Uma das manifestações metabólicas da DM tipo 2 é a hiperglicemia, que resulta da resistência à ação da insulina e de uma diminuição da secreção da glicagina em resposta à glucose ingerida. Geralmente, esta doença começa a desenvolver-se muito antes de ser diagnosticada (Cabrera et al. 2006).

Na doença diabetes mellitus do tipo 1 (DM tipo 1), as manifestações metabólicas são semelhantes à tipo 2. A grande diferença entre estes dois tipos, é que, no tipo 1, o pâncreas deixa de produzir insulina provocando assim, um aumento súbito dos níveis de açúcar. Devido à falta absoluta de insulina, ocorre a produção de substâncias tóxicas no organismo, provocando uma sensação de mal-estar e de náuseas. Dado que não existe nenhuma produção de insulina, a única forma de tratar estes sintomas consiste em administrar insulina (Diabetes 2017).

As manifestações desta doença crónica apresentam um elevado custo social, humano e económico. De acordo com o Relatório do Programa Nacional para a Diabetes: Desafios e Estratégias 2019, divulgado pela Direção-Geral da Saúde (DGS), os custos associados à diabetes em Portugal ultrapassaram os 740 milhões de euros. Sendo que o que mais contribui para este valor

são os custos dos internamentos hospitalares (346,3 milhões de euros) e os custos relativos aos antidiabéticos não insulínicos em ambulatório que atingiram 316,3 milhões de euros (do Vale et al. 2019).

A longo prazo, esta doença provoca a disfunção e falência de diversos órgãos, como resultado do desenvolvimento progressivo de complicações micro vasculares, e está associada ao risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Leontis and Hess-Fischl 2019).

A hereditariedade é um fator preponderante no aparecimento da DM tipo 2 sendo que entre 15 a 25% dos familiares diretos de diabéticos do tipo 2, apresentam uma menor tolerância à glucose ou desenvolvem diabetes (Stumvoll et al. 2005). Se um dos progenitores for portador de DM tipo 2, o risco de um descendente seu vir a ter esta doença, no decorrer da sua vida, é de 38%. No entanto, se ambos os progenitores forem diabéticos, o risco aumenta para 60% (Stumvoll, Goldstein and van Haeften 2005).

Para além do histórico familiar, existem outros factores de risco tais como, a idade, a obesidade e o sedentarismo. No entanto, a obesidade continua a ser o fator de risco principal no desenvolvimento desta patologia dado que cerca de 80% dos pacientes portadores de DM tipo 2 são obesos ou apresentam excesso de peso. O conhecimento destes factores é relevante na prestação diária dos cuidados de saúde, uma vez que, se forem regularmente monitorizados e avaliados, permitem reduzir a ocorrência de complicações (Acuña and Cruz 2004; Organization 2003).

2.1.1 Nutrição

O estado nutricional de um indivíduo é um parâmetro de avaliação da sua condição de saúde, que resulta da satisfação das necessidades fisiológicas dos nutrientes necessários para manter a composição e funções adequadas do organismo sendo que as alterações do estado nutricional contribuem para o aumento da morbilidade e mortalidade (Acuña and Cruz 2004; Tontisirin 2004).

A obesidade surge como consequência de um balanço energético positivo durante um período razoável de tempo. Um balanço positivo de energia caracteriza-se por uma ingestão energética maior que o gasto o que causa um aumento das reservas de energia e consecutivamente do peso corporal. A alimentação e o exercício físico influenciam decisivamente o balanço energético, e podem ser considerados como os fatores principais na prevenção do surgimento de doenças posteriores (khan Afridi and Khan 2004; Organization 2000).

A obesidade tem um efeito deletério na sensibilidade à insulina, na sua secreção e na maioria das alterações metabólicas associadas à diabetes, podendo levar à diminuição da tolerância à glicose e assim, ao desenvolvimento da DM tipo 2 (Mann 2006).

Diversos estudos demonstram que a diminuição de peso melhora a sensibilidade à insulina e diminui o risco de desenvolvimento da DM tipo 2 (Arnoldi 2004; Klein et al. 2004; Mann 2006; Neuenschwander et al. 2019).

Podemos definir “dieta” como um regime alimentar que satisfaz as necessidades particulares de um indivíduo, motivadas por razões de saúde, religiosas, culturais, estéticas, entre outras. Popularmente, a utilização da palavra “dieta” está associada ao desejo ou à necessidade de alteração do peso corporal e/ou à manutenção de boas condições de saúde. A ingestão de determinados alimentos na proporção correta, bem como a prática de exercício físico, evitando uma vida sedentária, são considerados fatores essenciais para a manutenção da saúde. No entanto, uma dieta restritiva e que não tenha em conta as necessidades do organismo poderá ter efeitos negativos para a mesma. Assim sendo, é necessária uma avaliação nutricional individual adequada de forma a evitar desequilíbrios na dieta que podem resultar em deficiências nutricionais e no excesso de peso ou obesidade (Strychar 2006).

Tal como foi referido anteriormente, uma dieta apropriada e a prática de exercício físico são a base do controlo da DM. Estas duas profilaxias podem ser suficientes para controlar a glicemia na fase inicial da doença (Organization 2006) sendo no entanto, necessário consciencializar os doentes portadores desta doença para a grande importância e para os consideráveis benefícios consequentes de uma alimentação equilibrada e variada, alterando os hábitos alimentares e os vícios comportamentais a que estavam habituados no seu estilo de vida que eram prejudiciais à sua saúde e bem-estar. A dieta prescrita deve ser nutritiva, onde os alimentos devem ser consumidos sempre em quantidades moderadas e com horários regulares de refeição. Estes requisitos exigem por isso, uma forte consciencialização do doente que se traduz numa grande disciplina e moderação na sua respetiva aplicação (Care 2017).

Em todo o caso, é importante atentar nos seguintes aspetos (Diabetes 2017):

- Privilegiar o consumo de alimentos ricos em hidratos de carbono complexos provenientes de cereais integrais ou pouco refinados, frutas, leite e iogurtes magros;
- Limitar a ingestão de produtos açucarados e com hidratos de carbono simples;
- Garantir um elevado consumo de alimentos ricos em fibra;
- Limitar a ingestão de alimentos ricos em sal (sódio);

- Evitar o consumo excessivo de bebidas alcoólicas;
- Promover um adequado balanço energético.

Este conjunto de fatores que incidem na DM tipo 2 provocam no paciente uma pesada pressão psicológica, sendo extremamente importante que este encare a sua doença com responsabilidade e autonomia e aprenda a lidar com ela salvaguardando e promovendo uma boa integração familiar, social e profissional.

A existência de um plano alimentar bem articulado e equilibrado desempenha assim, um papel fundamental na transferência de competências para o doente, permitindo-lhe criar e gerir uma alimentação a seu gosto e, de acordo com os objetivos terapêuticos a alcançar. De modo a elaborar um plano alimentar, é necessário ter em conta a quantidade de calorias necessárias que o doente necessita de consumir para as suas necessidades diárias básicas. Este valor, varia de indivíduo para indivíduo, e pode ser calculado através da fórmula *Harris-Benedict*, apresentada na fórmula (2.1), onde o *H* corresponde ao “Homem” e o *M* corresponde a “Mulher” (Amirkalali et al. 2008).

$$\begin{aligned} \text{Calorias (H)} &= 66.5 + (13.75 * \text{Peso}) + (5.003 * \text{Altura}) - (6.775 * \text{Idade}) \\ \text{Calorias (M)} &= 655.1 + (9.563 * \text{Peso}) + (1.850 * \text{Altura}) - (4.676 * \text{Idade}) \end{aligned} \quad (2.1)$$

No entanto, há ajustes a ser realizados conforme a frequência da atividade física exercida pelo utilizador. Assim sendo, podemos identificar diferentes necessidades calóricas conforme o tipo do utilizador:

- Sedentário (pouco exercício) = Calorias necessárias * 1.2;
- Exercício Leve (1-3 dias por semana) = Calorias necessárias * 1.375;
- Exercício Moderado (3-5 dias por semana) = Calorias necessárias * 1.55;
- Exercício Intenso (6-7 dias por semana) = Calorias necessárias * 1.725;
- Exercício muito intenso (2x por dia) = Calorias necessárias * 1.9;

Após o doente ter conhecimento das suas necessidades calóricas básicas, este poderá elaborar um plano alimentar mais eficiente e fazer ajustes com base na sua necessidade de perder peso, onde terá que ingerir menos calorias do que as necessárias, ou ganhar peso, onde terá que ingerir mais calorias do que as que necessita diariamente.

Na Tabela 2.1, encontra-se representada a composição nutricional de um plano alimentar indicado para doentes portadores de DM tipo 2.

Tabela 2.1 – Composição nutricional do plano alimentar indicado para doentes portadores de DM tipo 2 (Diabetes 2015)

Macronutrientes	Ingestão recomendada/dia
<i>Hidratos de carbono</i>	45% a 60%
<i>Sacarose</i>	Até 10%
<i>Frutose</i>	Não se recomenda adição nos alimentos
<i>Fibra Alimentar</i>	Mínimo de 20 g/dia
<i>Total de Gordura</i>	Até 30% do valor energético total
<i>Ácidos Gordos Saturados</i>	< 7% do valor energético total
<i>Ácidos Gordos Trans</i>	≤ 1 g
<i>Ácidos Gordos Polinsaturados</i>	15% a 20%
<i>Ácidos Gordos Monoinsaturados</i>	< 200 mg/dia
<i>Colesterol</i>	< 200 mg/dia
Micronutrientes	Ingestão recomendada/dia
<i>Sódio</i>	Até 2000 mg

2.1.2 Atividade Física

Tal como foi referido em secções anteriores, a par da alimentação, a prática regular de exercício físico é crucial no tratamento de diabetes (Leite 2018; Molena-Fernandes et al. 2005).

Existem fortes evidências de que os hábitos sedentários e a baixa aptidão cardiorrespiratória são responsáveis por alguns aspetos da progressão da doença.(Albright et al. 2000; Grundy 1998; Redberg et al. 2002).

Um dos primeiros estudos realizados acerca dos benefícios do exercício físico relacionado com a DM tipo 2 incidiu em 5990 pacientes do sexo masculino, com idades compreendidas entre 39 e os 68 anos, tendo sido acompanhados ao longo 14 anos, durante os quais foram diagnosticados cerca de 200 casos de diabetes. Esse estudo permitiu concluir, uma diminuição do risco de desenvolvimento de diabetes média de 6% por cada 500 kcal/semana de atividade física

realizada(Helmrigh et al. 1991).

Manson et al. (1991) estudaram a relação entre a atividade física e o risco de diabetes em mais de 80 000 mulheres, com idades compreendidas entre os 34 e os 59 anos. O estudo teve a duração de 8 anos, tendo sido diagnosticados na população amostra cerca de 1300 casos de diabetes. As mulheres, alvos do estudo, que tinham como hábito a prática de atividade física intensiva uma vez por semana, apresentaram uma diminuição de risco de 33% de desenvolver diabetes em comparação com as mulheres que afirmaram não praticar atividade física. Manson et al. (1992) obteve resultados idênticos quando teve uma amostra de 21 271 pacientes do sexo masculino com idade compreendida entre os 40 e os 84 anos.

Outro estudo, distribui aleatoriamente 522 pacientes com diminuição da tolerância à glicose e com excesso de peso em dois grupos: um grupo que combinou exercício físico com intervenção dietética e outro grupo de controlo. Este estudo concluiu que o risco de DM tipo 2 foi reduzido em 58% no grupo que sofreu alterações na sua rotina (Tuomilehto et al. 2001).

Uma multiplicidade de outros estudos, quer observacionais, quer experimentais apoiam igualmente a evidência de que um estilo de vida ativo e saudável previne a desregulação precoce da homeostasia da glicose, aumentando assim a sensibilidade das células à insulina prevenindo o desenvolvimento desta patologia (Cradock et al. 2017; Thiel et al. 2017; Yanai et al. 2018).

De modo a garantir uma prática segura, evitando a ocorrência de hipoglicemia ou de hiperglicemia, o exercício deve ser programado e adaptado à condição física e clínica do indivíduo em causa. Assim sendo, existem dois tipos de exercícios recomendados: o aeróbico e o de força.

Exercício Aeróbico

Exercício aeróbico é um exercício de longa duração, geralmente de baixa ou moderada intensidade. Distingue-se, como sendo um exercício que utiliza oxigénio na geração de energia nos músculos. De modo melhorar o controlo glicémico, auxiliar a manutenção do peso e reduzir o risco de doenças cardiovasculares é recomendada a prática de pelo menos 150 minutos/semana de exercício físico aeróbico de intensidade moderada e/ou, de pelo menos 90 minutos/semana de exercício físico aeróbico de alta intensidade (Boulé et al. 2001; Castro 2009).

A prática de $\geq 4h$ /semana de exercício (aeróbico e/ou de força) moderado a vigoroso está associada a maior redução do risco de doenças cardiovasculares em comparação com volumes mais baixos de exercício (Hu et al. 2001).

Para uma perda de peso mais significativa, é considerado um aumento do volume de exercício

semanal (7h /semana de exercício físico aeróbico moderado a vigoroso) (Weinsier et al. 2002).

Exercício de Força

Exercício de força, ou exercício aneróbico, distinguem-se como sendo exercícios com a finalidade de trabalhar um conjunto de grupos musculares usando uma carga de peso externa ou usando o próprio peso corporal. Numa primeira fase, de modo a garantir que os exercícios de força são realizados corretamente, maximizando os benefícios para a saúde e minimizando o risco de lesões é recomendado uma supervisão inicial e reavaliações periódicas por um especialista qualificado. Durante esta fase há uma adaptação músculo-esquelética, de modo a que a carga inicial a utilizar neste tipo de exercícios, caso haja, deve ser utilizada a um nível moderado, onde seja possível ao doente atingir o intervalo de esforço pretendido, sem grandes dificuldades (Castro 2009). Este aspeto é particularmente importante para pacientes com doenças cardiovasculares dado que esta é a principal causa de morte na população diabética, sendo responsável por cerca de 75%-80% do total de mortes registadas em pessoas diabéticas (Castro 2009; Maddison et al. 2019; Público 2020).

2.1.3 Saúde Mental

As reações emocionais nos doentes com DM tipo 2 são frequentes, não só após o diagnóstico, como também no convívio interpessoal e durante o tratamento da doença. Estas devem ser diagnosticadas e acompanhadas por médicos, dado que muitas delas se manifestam através de comportamentos inadequados que interferem no controlo glicémico, e se refletem na saúde, nas relações sociais e, por extensão, na qualidade de vida do doente (Diabetes 2017).

O quotidiano de um paciente portador de DM tipo 2 é mais que uma simples questão de números relativos a resultados analíticos, devendo os profissionais de saúde ter também em atenção o bem-estar psicológico do paciente. Dado que esta doença não tem cura, se não for devidamente acompanhada e controlada, pode dar origem a diversas complicações que causam uma grande frustração emocional.

Compreender os processos emocionais que afetam os indivíduos que sofrem de uma doença crónica como a diabetes, pode melhorar a capacidade dos técnicos de saúde em convencer e ajudar a lidar mais eficazmente com esta doença, e a promover um melhor ajustamento psicossocial. Deste modo, para além dos aspetos biológicos e terapêuticos tradicionais, considera-se também fundamental conhecer o psicológico do indivíduo. A não-adesão ao controlo desta doença constitui

um problema de saúde pública dado que pode levar a um aumento de complicações da DM tipo 2, maior incapacidade funcional, diminuição da produtividade laboral, menor qualidade de vida e aumento da mortalidade. Dito isto, a saúde mental tem um papel determinante no controlo adequado da doença sendo fundamental um acompanhamento psicossocial e educacional de modo a incentivar ao doente um maior autocuidado (Cardoso et al. 2016).

Um elevado número de estudos concluem que existe uma forte associação positiva entre DM tipo 2 e manifestações de afeto negativo, referindo que existe uma alta prevalência de sintomatologia depressiva e de ansiedade entre os diabéticos, quando comparados com a população em geral (Amorim and Coelho 2008; Amorim 1999; GARY et al. 2000; Lloyd et al. 2000; Lustman et al. 1997; MIYAOKA et al. 1997; Peyrot and Rubin 1999; Talbot et al. 1999).

Algumas fontes de *stress* são causadas por uma vasta gama de fatores emocionais, tais como o medo e a ansiedade, familiares, sociais, entre outros. Estes fatores podem trazer consequências negativas para o doente portador da DM tipo 2, podendo provocar alterações nos seus níveis hormonais e de glicemia. Por esta razão, é importante que o doente aprenda a lidar com o *stress* para manter os seus níveis de glicemia dentro do intervalo de valores de referência.

Neste sentido, existem várias técnicas que podem ajudar a enfrentar situações de *stress*, tais como (Diabetes.co.uk 2019):

- Exercícios respiratórios;
- Terapias de relaxamento;
- Atividade física;
- Adesão a um grupo de apoio para pessoas com DM tipo 2 .

Os doentes portadores desta doença correm um maior risco de desenvolver sintomas depressivos do que as restantes pessoas que a não possuem. Os sintomas de depressão podem manifestar-se de diferentes formas (Diabetes 2017):

- Perda de prazer;
- Alterações de apetite;
- Dificuldades de concentração;
- Diminuição da energia/cansaço;
- Alterações dos padrões do sono;
- Tristeza matinal.

De modo a combater e a evitar o desenvolvimento de depressão, o doente deverá sempre

falar com o seu médico de modo a que este lhe recomende um profissional especializado em saúde mental que tenha experiência em lidar com as complicações inerentes a esta patologia. O acompanhamento por curto ou longo prazo de um profissional de saúde com a formação especializada é de grande importância para uma gestão eficiente dos seus níveis de glicemia.

Podemos assim realçar a importância da monitorização e do registo do estado de saúde físico e mental do doente pelo médico que o acompanha, de forma a combater mais eficazmente a diabetes e a evitar o agravamento do estado de saúde mental do doente.

A saúde mental, o bem-estar físico e uma boa alimentação são componentes de vida estreitamente interligados e interdependentes sendo que com o crescimento da compreensão deste relacionamento, mais evidente se vai tornar a melhoria da qualidade de vida do doente.

2.2 *Eletronic Health e Mobile Health*

O paradigma da prestação de cuidados de saúde está lentamente a alinhar-se com as necessidades e hábitos do paciente moderno. Atualmente, as Tecnologias de Informação e da Comunicação (TIC) podem ser uma ferramenta de apoio ao desenvolvimento e funcionamento de uma determinada estrutura ou empresa dado que consistem no tratamento da informação, articulado com os processos de transmissão e de comunicação dessa mesma informação (André and Ribeiro 2020).

A *e-Health* designa a utilização das tecnologias digitais ao serviço da saúde e dos cuidados de saúde, com vista à sua melhoria, pelo recurso a tecnologias simples como a *internet* e dispositivos eletrónicos. Um exemplo de incorporação de *e-Health* no Serviço Nacional de Saúde (SNS) seria a criação de portais dedicados à saúde e a sua promoção, por parte do próprio Ministério da Saúde.

No entanto, devido à evolução dos dispositivos móveis, surgiu a necessidade da criação de um novo campo da *e-Health*, designado *mHealth*.

O conceito *mHealth* é definido segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) como “a prática de cuidados de saúde e médicos com suporte de dispositivos móveis, como telemóveis, aparelhos de monitorização pessoal, assistentes pessoais digitais e aparelhos *wireless*”.

As iniciativas desta tecnologia sobre a disponibilização de informação da doença, o seu respetivo controlo e a adesão ao tratamento, obtiveram resultados positivos no combate a esta patologia (Organization 2011).

Diversos estudos apresentam as vantagens da utilização de *mHealth*. Um destes estudos

inquiriu doentes que, devido a alterações do seu estado mental e psiquiátrico, eram acompanhados por um profissional de saúde através da automonitorização diária do seu estado usando um *Smartphone*. As conclusões deste estudo indicam que houve uma razoável aceitação do uso do dispositivo para essa interação. Outro estudo teve como objetivo o uso do telemóvel para a automonitorização diária de comportamentos que levam à perda de peso, com resultados bastantes positivos dado a boa aceitação por parte dos participantes (Maddison, Rawstorn, Islam, Ball, Tighe, Gant, Whittaker, Chow and reviews 2019; Steinberg et al. 2013).

Considerando a educação da DM tipo 2 uma educação do tipo continua (*lifelong*), a ferramenta de suporte à mesma terá de ser portátil, ou seja, disponível em todo o lado, individualizada, adaptável ao utilizador, útil, intuitiva e não obstrutiva, que permita um acesso ao conhecimento persistente.

Dito isto, com a evolução do fenómeno da IA (Inteligência artificial) e da sua subárea *machine learning*, “campo da ciência da computação que dá aos computadores a habilidade de aprender sem terem sido explicitamente programados para realizar uma tarefa específica” (Henrique 2017), provocou consequencialmente, a evolução dos SR. Os sistemas de recomendação tem como objetivo a sugestão de itens ao utilizador, com base no seu histórico de preferências (Reikeras 2018).

Embora sejam utilizados maioritariamente em áreas de entretenimento (recomendações de filmes, músicas e jogos), conteúdo (recomendação de documentos, artigos científicos, aplicações de *e-learning*) e área social (recomendação de pessoas e conteúdo) (Giblin et al. 2016; Tevet 2018), é possível observar a sua importância na área da saúde, nomeadamente para sugestão de clínicas com base no tempo de espera, localização e classificação dada pelos doentes (L.Duan 2011; Pereira 2016).

2.3 Gamificação

Com o avanço significativo na tecnologia, as aplicações móveis estão cada vez mais presentes no nosso dia a dia. O acesso a conteúdos em dispositivos móveis, como *smartphones*, *tablets*, computadores e *wearables* têm vindo a crescer de geração para geração.

Neste contexto, têm sido desenvolvidos métodos com o objetivo de reter a atenção do utilizador numa determinada aplicação e promover o seu *engagement* na mesma. Um exemplo seria fornecer ao utilizador experiências de jogo em cenários do quotidiano, impulsionando assim a sua atenção e entusiasmo. Este método designa-se por gamificação.

A gamificação é um conceito amplamente utilizado por profissionais de tecnologia e saúde, abrangendo um amplo espectro de tecnologias e elementos semelhantes a jogos no mundo real. De acordo com o Deterding et al, "gamificação é o uso de elementos de *design* de jogos em contextos não lúdicos". O seu uso na tecnologia de aplicações móveis surgiu como uma estratégia popular, para influenciar comportamentos. Combina o uso de recompensas e incentivos existentes nos jogos digitais com os comportamentos desejados para aumentar a motivação e sustentar os hábitos dos indivíduos ao longo do tempo (Deterding et al. 2011).

Diversos estudos sobre o uso da gamificação revelaram as suas vantagens sendo estas as seguintes (Buchem et al. 2015):

- Maior incentivo de aprendizagem – São capazes de transformar determinados conteúdos e temas mais aborrecidos em experiências interessantes e cativantes;
- Proporcionar um *feedback* instantâneo - ao fornecer um *feedback* instantâneo o jogador pode monitorizar o seu progresso ao longo do jogo e até sentir-se motivado para concluir o mesmo com sucesso;
- Aumento da motivação com a utilização de diversos mecanismos de jogo.

De forma a alcançar o mencionado, diversos métodos de gamificação podem ser utilizados, como *feedback*/recompensas, barra de progressos, desafios, tarefas, utilização de "moeda de jogo", entre outros. Dentro destes diferentes métodos, o método de *feedback*/recompensas continua a ser o método mais utilizado em aplicações *e-health* (Buchem, Merceron, Kreutel, Haesner and Steinert 2015). Este método consiste em fornecer ao utilizador um *feedback* instantâneo e de o recompensar com troféus/distintivos/crachás por alcançar um determinado objetivo. Deste modo torna-se evidente a criação de metas a alcançar pelo utilizador, reforçando assim a orientação e o aumento da motivação do mesmo.

Um dos maiores desafios nas novas tecnologias para saúde do consumidor é o baixo conhecimento, traduzindo-se num problema de baixa adesão. No entanto, existem técnicas que podem ajudar a enfrentar este desafio. É aqui que a gamificação desempenha um papel essencial.

Um exemplo é um sistema que recebe as imagens de uma refeição, classifica-as na totalidade, e reconhece os alimentos separadamente. O conteúdo nutricional da refeição é estimado através de uma base de dados (BD) nutricional que é devolvido ao paciente. (Christodoulidis et al. 2015). O uso da tecnologia baseada em jogos pode reforçar as mudanças de comportamentos e aumentar o interesse aos utilizadores, especialmente aqueles que sofrem de doenças crónicas (Malwade et al. 2018).

A utilização da gamificação promete assim vantagens tornando as rotinas e o registo das mesmas mais agradável e, consecutivamente leva a uma maior motivação das pessoas. São atribuídos a este método uma série de benefícios emocionais, cognitivos e sociais (Sardi et al. 2017).

Um exemplo da utilização de métodos de gamificação é a aplicação *Duolingo*¹, que permite ao utilizador aprender novas línguas, onde a aplicação móvel utiliza um sistema de pontos possíveis de acumular sempre que este progredir na sua aprendizagem, fornecendo *feedback* instantâneo. Outro exemplo é a aplicação *Waze*², que permite fornecer informação ao utilizador relativamente ao trânsito, acidentes que tenham ocorrido e operações *STOP*. Esta aplicação utiliza um sistema de *rankings* onde o utilizador recebe pontos sempre que contribuir com uma informação. Quanto maior o número de informação disponibilizada, mais depressa irá subir no *ranking*.

Relativamente à área da saúde, a gamificação encontra-se presente em diversos formatos. Um destes exemplos é a aplicação *NikePlus*³, aplicação que permite ao utilizador monitorizar as suas corridas, onde apresenta um sistema de medalhas a cada meta que o utilizador alcance uma meta. Essas são definidas pela própria aplicação, com base no perfil do utilizador.

Um último exemplo é a aplicação *Mindbloom*⁴, que utiliza como conceito central a apresentação de uma árvore que representa a “vida” do utilizador. Para que a árvore sobreviva, o utilizador tem que realizar diversas tarefas de modo que esta tenha um crescimento saudável. Tarefas estas que diferem desde a área da alimentação, da realização de atividade física, da ingestão de água, de convívio familiar, entre outros.

¹ <https://pt.duolingo.com/>

² <https://www.waze.com/pt-PT/>

³ <https://nike-plus-running.br.uptodown.com/android>

⁴ <http://www.mindbloom.com/juice>

2.4 Análise de aplicações

Com o propósito de ajudar e auxiliar os doentes com DM tipo 2 no seu controlo comportamental e na monitorização das suas ações diárias, foi realizada uma análise de aplicações equivalentes já disponíveis no mercado para caracterizar e tentar arranjar uma solução para os problemas identificados em cada uma destas aplicações.

As aplicações analisadas dividem-se em três tipos: *Android*, *iOS* e *web-based*. Uma parte dessas aplicações tem acesso pago sendo que poucas são de acesso gratuito. Apenas foram alvo de estudo, as aplicações de acesso total ou parcial gratuito.

O dispositivo móvel utilizado para teste foi o *Google Pixel 2* com o sistema operativo *Pie 9.0*. As aplicações de acesso direto foram experimentadas e avaliadas segundo os critérios de funcionalidade existentes, experiência de utilização e técnicas de gamificação utilizadas. As restantes, que não foram possíveis de ser testadas neste dispositivo móvel, foram apenas avaliadas com base nas descrições das mesmas.

O método utilizado para identificar e encontrar as aplicações já existentes no mercado, foi a pesquisa no motor de busca *Google* tendo sido utilizadas chaves como “diabetes aplicação”, “diabetes gamificação” e “exercício físico”. O período de teste decorreu de agosto a setembro de 2019. Após a análise individual de cada aplicação, registou-se quais as suas vantagens e desvantagens de modo a entender o que se encontra atualmente no mercado e de que forma a solução proposta se pode distinguir de todas as outras aplicações.

Em todas as aplicações mencionadas em abaixo, apenas uma delas apresentava o uso de gamificação. A *mySugr* utiliza um sistema onde o utilizador ganha medalhas de acordo com o grau de informações fornecidas sobre o seu estado de saúde no momento de um novo registo.

Tabela 2.2 - Tabela de funcionalidades das aplicações estudadas

Funcionalidades	Gloko ⁵	Diabetes in Check ⁶	OnTrack ⁷	BG Monitor Diabetes ⁸	Diabetik ⁹	mySugr ¹⁰
Registo de Dietas	X	X				X
Sincroniza com dispositivos de controlo de glicose	X					
Lembretes		X	X	X	X	X
Leitor de código de barras		X				X
Apresenta Receitas		X				X
Apresenta Gráficos			X	X	X	X
Gamificação	X					X
Recomendações de comida		X ¹¹				
BD extensa	X				X	X
Totalmente Grátis	X	X	X		X	

⁵ <https://www.glooko.com/>

⁶ <http://www.diabetesincontrol.com/diabetes-in-check-blood-glucose-carb-tracker/>

⁷ https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gexperts.ontrack&hl=pt_PT

⁸ <https://www.bg-monitor.com/>

⁹ <https://www.imedicalapps.com/2014/04/diabetik-app-patients-diabetes/>

¹⁰ <https://www.accu-chek.pt/mysugr-app>

¹¹ Funcionalidade paga

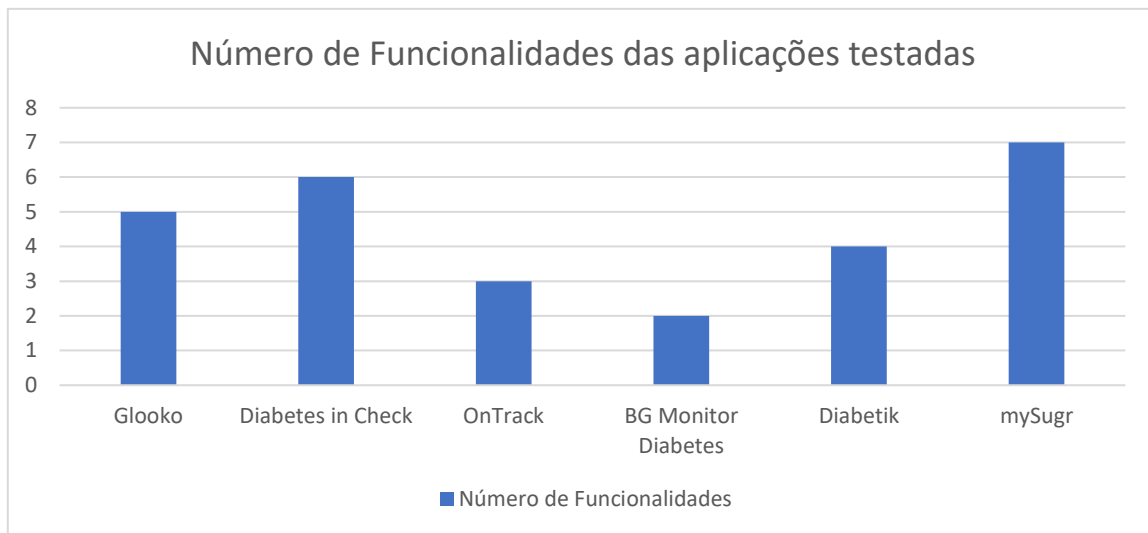


Figura 2.1- Número de funcionalidades por aplicação.

Através da análise da Tabela 2.2 e da Figura 2.1, podemos concluir que todas as aplicações testadas apresentam um vasto número de funcionalidades e possuem as ferramentas básicas para a gestão e controlo das escolhas nutricionais dos utilizadores.

Podemos ainda verificar que, de todas as funcionalidades identificadas, as mais comuns foram a criação de lembretes e a apresentação de componentes estatísticos. É ainda de realçar que, das aplicações acima mencionadas, apenas a *Diabetes in Check* implementa mecanismo de IA, tais como, um SR de comida pago para realizar certas recomendações. Deste modo, as funcionalidades mais comuns apresentadas anteriormente foram tidas em conta no desenvolvimento do presente projeto.

Capítulo 3

Solução Proposta

O presente capítulo tem como objetivo descrever o *design* realizado para a solução proposta. Desse modo, primeiramente, será detalhada a visão de solução que contempla uma proposta de resolução para o problema descrito e, de seguida, irá ser abordada toda a análise e conceção da solução. Esta contém a identificação dos *stakeholders*, atores do sistema e a descrição dos requisitos funcionais e não funcionais. Após esta análise, será apresentada a arquitetura da solução, identificando os principais componentes.

3.1 Material e Métodos

Nesta secção foi realizado um breve estudo de quais as tecnologias mais apropriadas para o desenvolvimento de uma aplicação móvel (*cross-plataform*) sendo que estas foram seleccionadas com base no *hardware* disponível para testes e na sua popularidade no mercado. De seguida, foi feita uma breve análise de quais os parâmetros biomédicos necessários para criar o perfil do utilizador na aplicação móvel.

3.1.1 Xamarin

Xamarin é uma plataforma de *software* livre para a criação de aplicações modernas e de alto desempenho para *iOS*, *Android* e *Windows* com a linguagem *.NET*. A grande vantagem da sua utilização, é a facilidade de criar aplicações móveis dado que 90% do código implementado pode ser partilhado entre plataformas. Isto permite que possa ser utilizada a mesma lógica de desenvolvimento numa única linguagem, alcançando o mesmo desempenho e aparência nativos das respetivas plataformas. *Xamarin.Forms* é uma estrutura de *interface* com o utilizador de código-fonte aberto. Tal como foi explicado anteriormente, permite a criação de aplicações do tipo *Xamarin.iOS*, *Xamarin.Android* e *Windows* a partir de uma única fonte de código partilhada. Essas *interfaces*, serão renderizadas como controlos nativos na respetiva plataforma (Microsoft 2020c).

Na Figura 3.1, está representado um breve diagrama ilustrativo do funcionamento da arquitetura geral de uma aplicação em *Xamarin*.

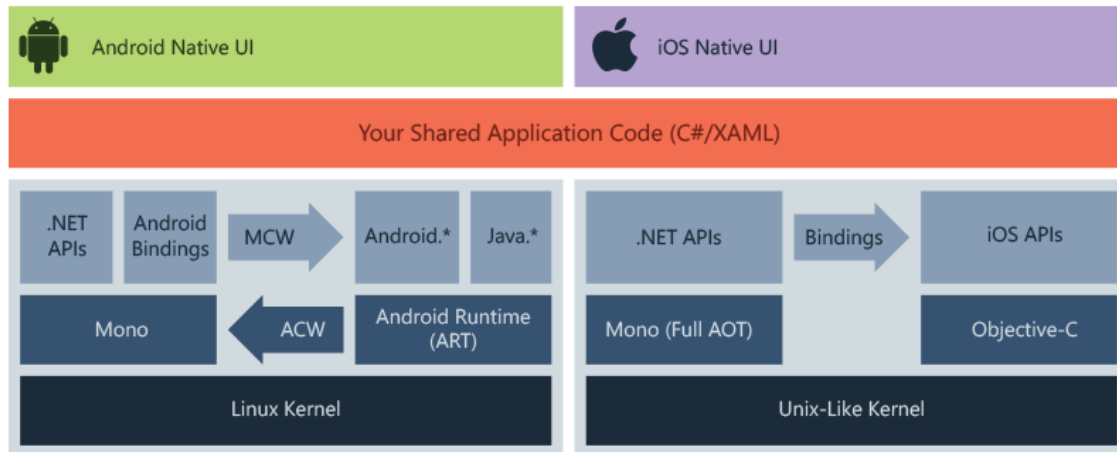


Figura 3.1 - Arquitetura geral de uma aplicação em xamarin (Microsoft 2020c).

3.1.2 Aplicação Web

As aplicações Web são soluções que são executadas diretamente no browser, a partir de um servidor HTTP ou localmente, e que permite ao utilizador realizar um pedido e devolver a respetiva resposta (Mozilla 2020a).

HTTP é um protocolo que permite a obtenção de recursos, como documentos *HTML*. É a base de qualquer troca de dados na *Web* e de um protocolo cliente-servidor, o que significa que as requisições são realizadas por um utilizador, geralmente num *browser*. Um documento completo é reconstruído a partir dos diferentes subdocumentos obtidos, tais como texto, descrição do *layout*, imagens, vídeos, scripts, entre outros. Na Figura 3.2 está apresentado um diagrama de exemplo de funcionalidades do *HTTP* (Mozilla 2020a).

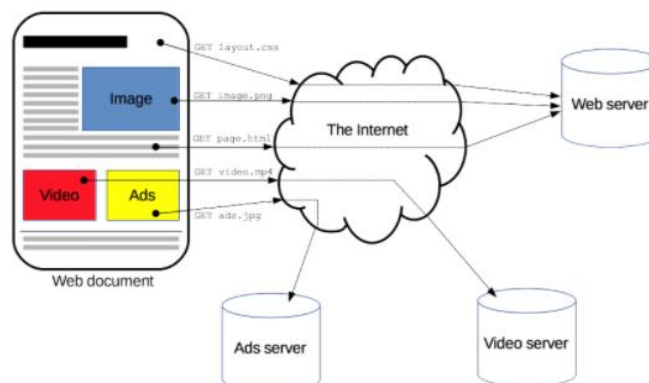


Figura 3.2 - Diagrama de Exemplo de funcionalidades do HTTP (Mozilla 2020a).

Clientes e servidores comunicam entre si, trocando pedidos (*request*) e respostas (*responses*). Um pedido *HTTP*, esquematizado na Figura 3.3, contém os seguintes elementos (Mozilla 2020b):

- Um *method HTTP*, pode ser do tipo *GET*, *POST*, *DELETE*, *PUT*, entre outros, cujo objetivo é definir qual a operação que o cliente pretende fazer;
- O *path* é o caminho do recurso a ser chamado. Geralmente contém o elemento *protocol* (*http://*), o *domain* (de acordo com o exemplo, é o *developer.mozilla.org*), ou a porta *Transmission Control Protocol* (TCP) (porta do servidor onde está alocado o serviço).
- A versão do protocolo *HTTP*;
- Cabeçalhos adicionais que contêm informações que podem ser úteis para os servidores;
- Corpo de dados, para métodos como *POST*, *PUT* ou até mesmo o *DELETE*, necessários para o bom funcionamento do recurso requisitado.

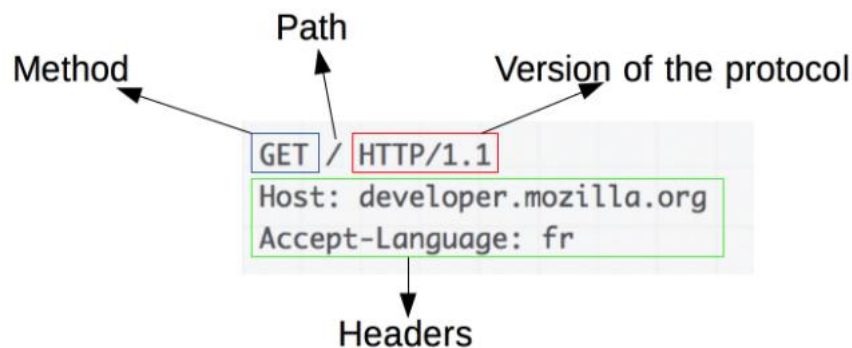


Figura 3.3 - Exemplo de um pedido HTTP (Mozilla 2020a).

Caso o *request* tenha sido realizado com sucesso, então a resposta terá o formato apresentado na Figura 3.4.

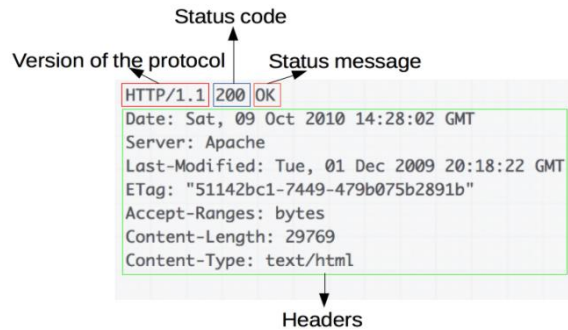


Figura 3.4 - Exemplo de uma resposta HTTP (Mozilla 2020a).

Uma resposta *HTTP* contém os seguintes elementos (Mozilla 2020a):

- A versão do protocolo *HTTP*;
- O código correspondente ao estado da resposta, indicando se o request foi realizado com sucesso ou não;
- Cabeçalho *HTTP*, idêntico ao do request;
- Opcionalmente, um corpo com dados pedidos pelo request realizados caso seja necessário.

As *REST APIs* permitem ao utilizador desenvolver aplicações *Web* podendo realizar métodos *HTTP* numa chamada específica ao servidor (API 2019).

Internet Information Services (IIS) é um servidor *Web* da *Microsoft*, que é disponibilizado nas suas soluções *Windows Server*, para fornecer alojamento de *sites* na *Internet* ou serviços e aplicações. Permite assim, que seja possível aceder a *sites* e respetivos serviços externos (Microsoft 2007). Na Figura 3.5 está representado um exemplo de uma chamada *RestAPI* com um pedido a um determinado projeto (Gestor de API) que se encontra alocado no servidor *IIS*.

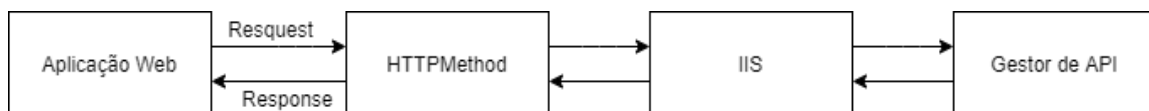


Figura 3.5 - Exemplo de um pedido HTTP a um servidor alocado no *IIS*.

3.2 Análise e Conceção

Nesta secção, será apresentada a engenharia de requisitos do projeto desenvolvido e, para tal, serão inicialmente identificados os *Stakeholders* e Atores do sistema. De seguida, serão expostos os requisitos tanto funcionais como não funcionais. Terminando com a apresentação do modelo de

domínio e esclarecimento dos seus principais conceitos.

3.2.1 Stakeholders

Stakeholders ou partes interessadas, é considerada uma entidade que poderá ser afetada, afetar ou simplesmente ter interesse, de forma direta ou indireta, positiva ou negativa pelo sistema. Assim sendo, é importante identificar quem são essa entidade, uma vez que pode influenciar o processo de desenvolvimento do sistema.

Desse modo, foi identificado o seguinte *stakeholder*:

- **Utilizador:** Entidade que pretende utilizar a aplicação desenvolvida internamente.

3.2.2 Atores

Um ator do sistema é considerado um utilizador que desempenha um papel específico no mesmo. Dito isto, foram identificados os seguintes atores do sistema:

- **Utilizador Não Autenticado:** Utilizador do sistema sem conta associada, só terá acesso à página principal e às funcionalidades de Registo, Login e Recuperação de Palavra-passe.
- **Utilizador Autenticado:** Utilizador autenticado na aplicação, que poderá utilizar todas as funcionalidades que o sistema dispõe.

3.2.3 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais representam as funcionalidades que o sistema deve possuir (Cruz 2018). Deste modo, nesta subsecção, serão enumeradas as funcionalidades identificadas ao longo do projeto que deram origem à criação dos casos de uso. Assim, para cada um dos atores identificados será apresentado o diagrama de casos de uso e uma breve descrição dos mesmos.

3.2.3.1 Casos de Uso do Utilizador Não Autenticado

Com base nos requisitos levantados estão identificados, na Figura 3.6, os casos de uso para o utilizador não autenticado.



Figura 3.6 - Diagrama de casos de uso do utilizador não autenticado

UN01 – Login: O utilizador não autenticado, poderá iniciar sessão na aplicação, inserindo o seu *email* e respetiva palavra-passe.

UN02 – Registo: Caso o utilizador não autenticado, não tenha uma conta, o mesmo poderá registar-se na aplicação preenchendo um pequeno formulário onde insere os seus dados pessoais e algumas informações relativas à sua ficha de saúde e respetivas preferências de alimentos.

UN03 – Recuperação de Palavra-Passe: Caso o utilizador não autenticado, possua uma conta mas se tenha esquecido da palavra-passe, poderá recuperá-la através das informações enviadas por *email* após seu registo inicial.

3.2.3.2 Casos de Uso do Utilizador Autenticado

Com base nos requisitos levantados encontram-se representados na Figura 3.7 os casos de uso para um utilizador autenticado:

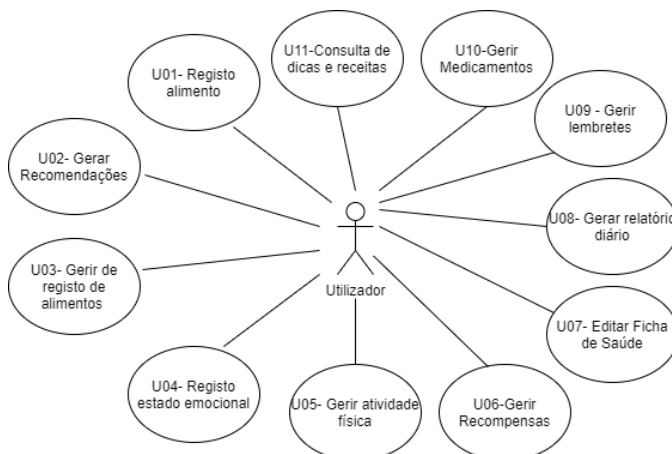


Figura 3.7 - Diagramas de Casos de Uso do Utilizador Autenticado.

U01 – Registo alimento: O utilizador pode registar um alimento, introduzindo o nome do mesmo e a respetiva quantidade ingerida em gramas.

U02 – Gerar Recomendações: O utilizador pode gerar recomendações de alimentos sendo que para tal será necessário selecionar qual o tipo de refeição. Posteriormente pode escolher dentro das recomendações, qual o alimento que pretende.

U03 – Gerir registo de alimentos: O utilizador pode consultar o histórico de alimentos ingeridos no dia, pode eliminar um registo e ainda consultar as calorias totais ingeridas nos últimos 7 dias.

U04 – Registo estado emocional: O utilizador pode inserir informação acerca do seu estado emocional, para uma posterior monitorização do mesmo.

U05 – Gerir atividade física: O utilizador pode inserir o nome da atividade física realizada e a respetiva duração.

U06 – Gerir Recompensas: O utilizador pode consultar qual o número de pontos acumulados que possui. Se pretender, pode ainda resgatar um código de desconto para ser utilizado em refeições ou produtos alimentares.

U07 – Editar ficha de saúde: O utilizador pode definir valores limite para a quantidade diária de macronutrientes ingeridos, sendo calculada automaticamente a sua necessidade calórica.

U08 – Gerar relatório diário: O utilizador deverá poder gerar relatórios diários relativos a toda a sua atividade inserida na aplicação, tal como a comida ingerida, atividade física realizada, medicamentos tomado. Nesse relatório estará presente também toda a sua informação contida na ficha de saúde para que possa ser enviada e analisada por um profissional.

U09 – Gerir lembretes: O utilizador pode agendar lembretes ou, se pretender, eliminar os já existentes.

U10 – Gerir medicamentos: O utilizador pode inserir os medicamentos que pretende tomar de modo a ficarem registados no seu relatório diário. Quando acaba o registo do medicamento, pode ainda definir se pretende um lembrete relativo ao mesmo.

U11 – Consulta de dicas e receitas: O utilizador pode consultar uma lista de dicas que tem a finalidade de servirem como guia nutricional de uma alimentação saudável. São ainda apresentadas diversas receitas de pratos saudáveis e próprios para auxiliar o controlo da DM tipo 2.

3.2.4 Requisitos não funcionais

Os requisitos não funcionais, considerados atributos do sistema, são requisitos que especificam como o mesmo se deve comportar (Cruz 2018).

Para definir os requisitos não funcionais, é utilizado o modelo *Functionality, Usability, Reliability, Performance e Supportability* (FURPS) dado que este é indicado para classificação de atributos de qualidade de *software*. De seguida, é apresentada a descrição de cada uma das entidades presentes no acrónimo (Cruz 2018):

- **Funcionalidade** (*Functionality*): especifica as funcionalidades que não se relacionam com os casos de uso, nomeadamente auditoria, interoperabilidade e segurança.
- **Usabilidade** (*Usability*): avalia a interface com o utilizador.
- **Confiabilidade** (*Reliability*): refere-se à integridade, conformidade e disponibilidade do *software*.
- **Desempenho** (*Performance*): avalia os requisitos de desempenho do *software*.
- **Suportabilidade** (*Usability*): os requisitos de suportabilidade agrupam diversas características tais como, testabilidade, adaptabilidade, manutenibilidade, compatibilidade, configurabilidade, instabilidade e escalabilidade.

Tendo em conta as entidades presentes no modelo FURPS, serão apresentados os principais requisitos não funcionais para a solução desenvolvida:

- **Funcionalidades** - Autenticação dos utilizadores para aceder às funcionalidades da aplicação e segurança dos dados de cada um, tais como as suas credenciais de acesso, os seus dados pessoais, entre outros.
- **Usabilidade** - Pretende-se que a aplicação seja fácil de utilizar, intuitiva e com um design apelativo.
- **Confiabilidade** - A aplicação deve ter uma taxa de erro muito baixa.
- **Desempenho** – A aplicação deve ter em consideração os objetivos especificados na secção 1.3.
- **Suportabilidade** - A aplicação deve suportar diferentes versões do sistema Android.

3.2.5 Modelo de Domínio

O modelo de domínio é considerado uma representação visual de classes conceituais para um determinado problema (Eriksson 2012).

Do ponto de vista do problema tratado por esta dissertação, onde se pretende auxiliar um utilizador na monitorização dos seus comportamentos diários, é possível afirmar que a entidade relativa ao utilizador (*User*) será a mais relevante. A entidade *User*, tal como o nome indica, é referente aos utilizadores registados na aplicação móvel. Qualquer um destes, terá um ID único, um nome, *email* (campo utilizado para a verificação e respetiva identificação de um utilizador) e respetiva palavra-passe associada. No entanto, é são necessárias outras informações como a data de nascimento, sexo, peso, altura e o estilo de vida de modo a ser possível criar o perfil do utilizador e criar a entidade corresponde à ficha de saúde (*MedicalRecord*). Com as informações nutricionais é possível então o preenchimento da entidade *MedicalRecord*, calculando os seus respetivos limites dos macronutrientes, estado emocional, níveis de tensões e valor glicémico medido.

A entidade *Token*, encontra-se associada à entidade *User*, no sentido em que um utilizador possui um token, de modo a que seja possível a recuperação da palavra-passe caso necessário. Apresenta por isso um atributo *Token* associado ao ID do utilizador.

A entidade alimentos (*Food*), tal como o nome sugere, é referente aos alimentos que irão ser apresentados ao utilizador e onde é possível registá-los no seu diário de refeições, entidade *User_has_Food*. A *Food* irá conter toda a informação relativa aos alimentos, como o seu nome e respetivos valores nutricionais. Relacionada com a entidade *Food* encontra-se a de classificação (*Classification*) associada às classificações realizadas pelo utilizador a um determinado alimento assim como a entidade responsável pelas refeições (*Meals*) que contêm atributos descritivos referentes a um determinado tipo de refeição.

O conceito *PhysicalActivity* está relacionado com as diferentes atividades físicas que o utilizador pode realizar diariamente contendo informações como o nome da atividade, calorias queimadas por minuto e, em certos casos, o nível de intensidade. De seguida, é feito o seu posterior registo na entidade responsável pelo armazenamento do histórico de realização de atividade física por utilizador (*User_has_PhysicalActivity*).

A entidade *Medicine*, semelhante às entidades de *Food* e *PhysicalActivity* encontra-se associada aos diferentes medicamentos que podem ser tomados pelo utilizador. Este poderá realizar o registo da toma do medicamento que será apresentado na entidade *User_has_Medicine* com toda informação do mesmo.

A entidade *User_has_Gamification* encontra-se associada a toda a informação do conceito de gamificação implementado por utilizador. Apresenta atributos como nível, pontos e o respetivo ID, destinado-se a todos os utilizadores existentes no sistema.

Por fim, na entidade *Notification*, encontram-se associados todos os lembretes por utilizador apresentando atributos como o ID do mesmo, titulo do lembrete, mensagem, data e hora.

Dito isto, na Figura 3.8, encontra-se apresentado o modelo de domínio para a análise da solução proposta onde então incluídos os principais conceitos, atributos, bem como as relações entre si.

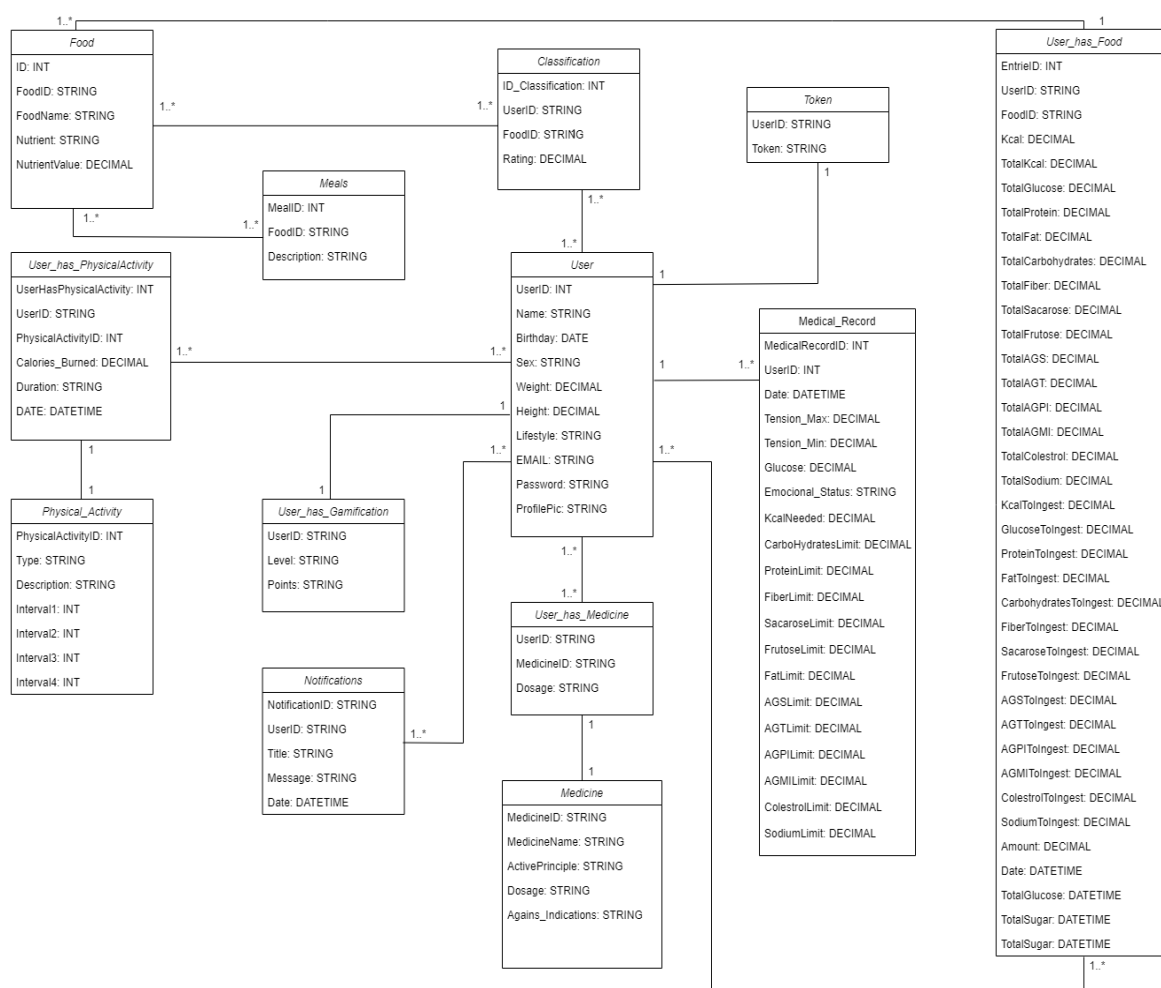


Figura 3.8 - Modelo de Domínio.

3.3 Arquitetura do Sistema

Nesta secção será exposta a arquitetura da solução desenvolvida. De modo a apresentar a solução arquitetural escolhida e a integração com a API externa, encontra-se apresentado na Figura 3.9, o diagrama de componentes.

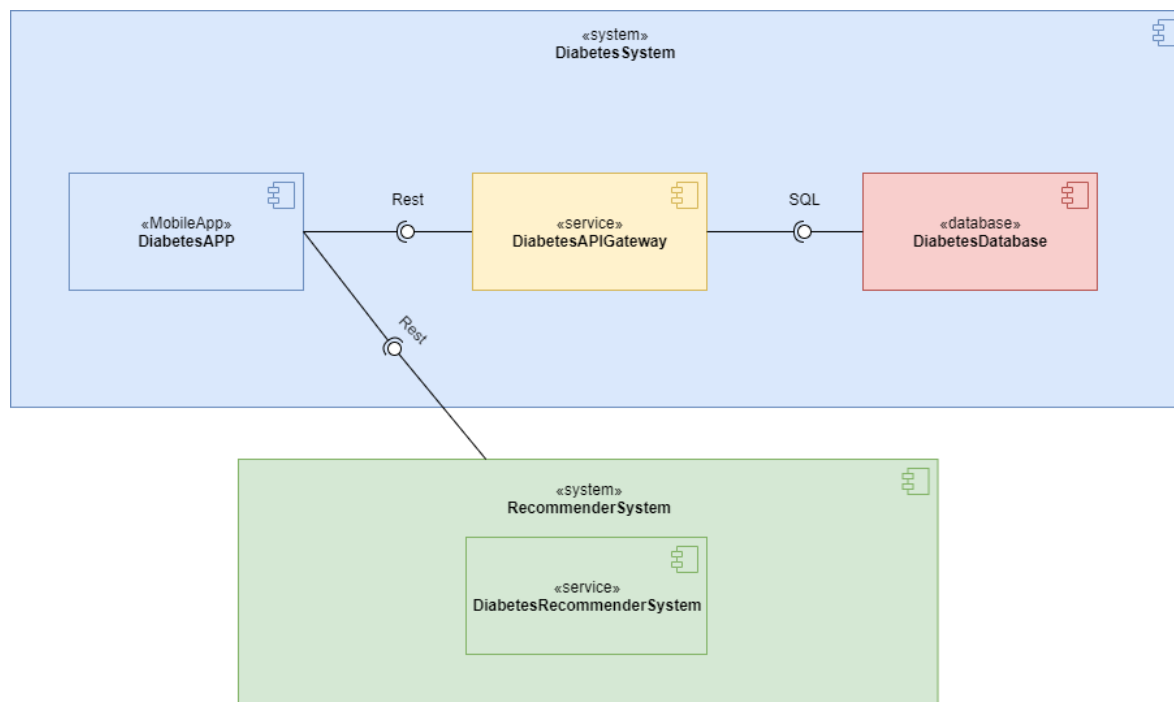


Figura 3.9-Diagrama de componentes do sistema

No caso desta proposta, podemos observar que o componente principal do sistema é o **DiabetesSystem**, que representa o sistema na totalidade. Este é constituído pela **DiabetesAPP**, aplicação móvel desenvolvida que deverá estar disponível para ser acedida a qualquer momento pelo utilizador. Esta serve como meio de comunicação entre todo o *back-end* (através de ligações *HTTPs*) e o utilizador, dado que será responsável por realizar pedidos aos restantes componentes do sistema e mostrar a respetiva resposta.

O componente **DiabetesAPIGateway** é responsável pela disponibilização de serviços que contêm a lógica de negócio da aplicação. Apresenta a responsabilidade de comunicar com a BD **DiabetesDatabase** de modo a, sempre que necessário, consultar ou efetuar alterações nesta. O componente **DiabetesDatabase** será responsável por todo o armazenamento de dados referente ao domínio implementado.

Por último, o componente **RecommenderSystem** será responsável por, através da sua ligação ao componente **DiabetesDatabase**, gerar as diferentes recomendações desejadas pelo cliente. É

responsável também pela estruturação da informação das recomendações geradas para depois disponibilizar ao DiabetesAPP toda essa informação.

3.4 Visão da Solução

Nesta secção, é realizada uma análise à visão da solução elaborada que será baseada na conceção de uma aplicação móvel responsiva e independente, capaz de responder de forma positiva ao problema identificado na secção 1.2.

O problema exposto, visa o acompanhamento de comportamentos diários de doentes portadores de DM tipo 2 . De seguida, na Figura 3.10 é apresenta a estrutura proposta para a resolução do problema.

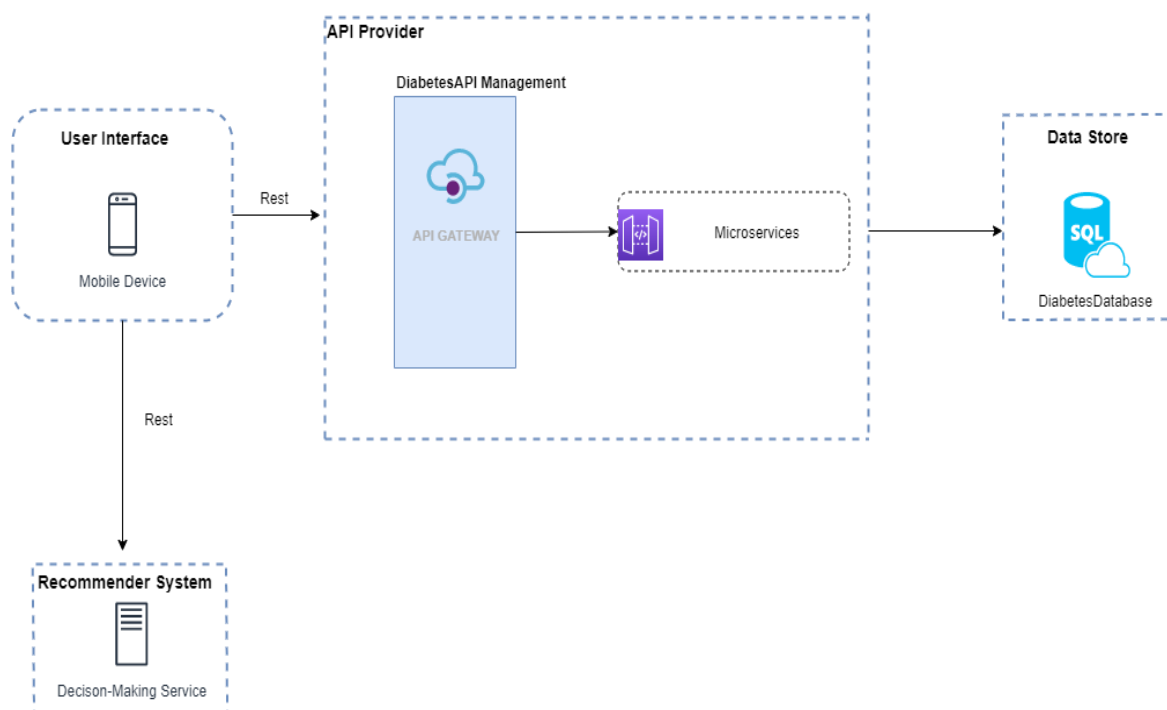


Figura 3.10 - Diagrama da solução proposta

A aplicação irá, inicialmente, considerar o perfil de utilizador, e para isso, vão ser utilizados os seguintes dados para o descrever:

- Nome;
- *Email*;
- Género;
- Estilo de vida;
- Peso;
- Altura;
- Palavra-passe (necessária para a autenticação de um utilizador).

Adicionalmente ao registo do utilizador, houve a necessidade de criar a ficha de saúde do doente em questão, onde vai ser possível registar os seguintes dados:

- Tensão;
- Estado emocional;
- Calorias necessárias;
- Glicose (valor medido antes de refeição).

O registo destes dados, que irá constituir a ficha de saúde do paciente, fará com que seja criado o diário do utilizador, e assim, o sistema já consegue realizar recomendações e saber qual o limite de calorias e respetivos macronutrientes, sendo possível realizar um alerta caso algum destes seja ultrapassado.

O SR utilizado é apoiado através de dados introduzidos diariamente pelo utilizador. Essas informações são recolhidas pela aplicação móvel e armazenadas numa BD para uso posterior por parte do SR e da aplicação móvel a ser implementada. Este sistema vai permitir recomendar ao utilizador quais os melhores alimentos a consumir numa refeição, de acordo com o seu perfil. Na Figura 3.11, encontra-se representada a arquitetura do sistema utilizado.

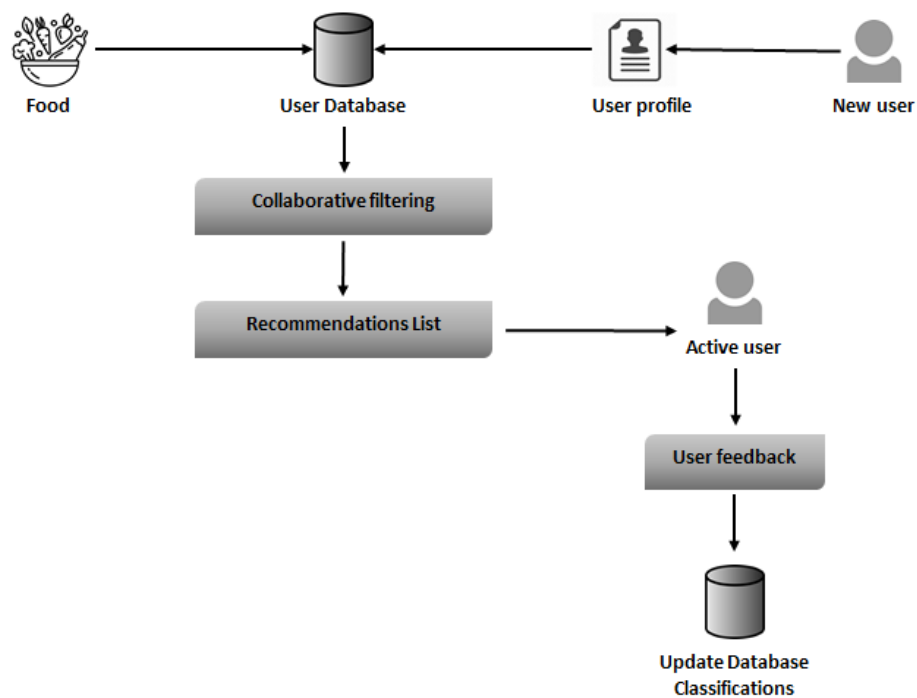


Figura 3.11 - Arquitetura do SR utilizado (Batista 2020)

A aplicação móvel, deverá comunicar com o SR através micro serviços *REST API*, representado por um *endpoint* que retorna as sugestões em formato *JSON*, com base na informação nutricional do utilizador e no tipo de refeição para a qual este pretende obter sugestão. O *endpoint* utilizado para receber recomendações do sistema foi o seguinte:

- **urlGecad¹²/RecommenderService/getRecommendations?userID=<UserID>&mealType=<mealType>**: obtém recomendações com base no perfil do utilizador e com base no tipo de refeição (*mealType*) que este pretende. O campo *mealType* pode ser “Breakfast”, “Lunch”, “Dinner” ou “All”, para o caso de o utilizador pretender receber todas as recomendações, independentemente do tipo de refeição.

¹² urlGecad -> <http://192.168.2.202:9090>

Capítulo 4

Implementação

O presente capítulo, irá descrever os processos adotados para a realização da solução proposta. Assim sendo, primeiramente, será descrito o *software* desenvolvido, seguido de uma explicação do desenvolvimento do sistema. Por último, será ainda exposta a implementação dos casos de uso do mesmo.

4.1 Back-end

O *back-end* funciona como serviço de apoio à aplicação. Através do *API Gateway*, a aplicação móvel consegue efetuar a autenticação do utilizador, aceder à BD e realizar pedidos ao *back-end* do cliente. Na Figura 4.1 encontram-se representadas todas as funcionalidades utilizadas, tanto as implementadas como as importadas.

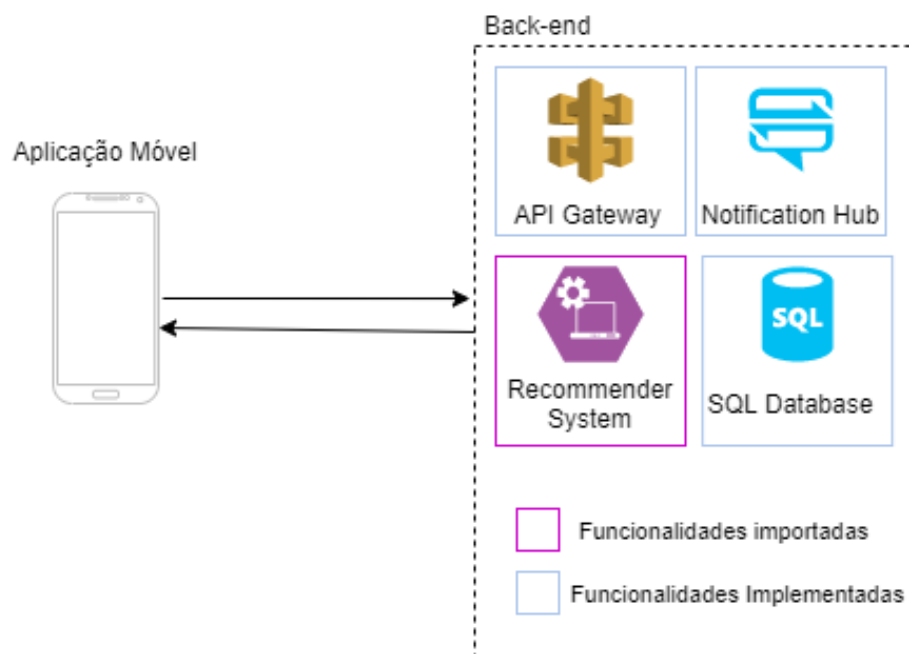


Figura 4.1 - Diagrama de funcionalidades implementadas e importadas

4.2 Base de Dados

Primeiramente, antes de se realizar qualquer protótipo da aplicação móvel que viria a ser a solução proposta, foi realizada uma pequena análise de quais as classes necessárias de modo a ser possível a criação das diferentes tabelas.

Foi realizado um pequeno estudo com o objetivo de resolver a falta de existência de uma BD extensa (análise realizada na secção 2.4) nas aplicações equivalentes.

Dito isto, procedeu-se à pesquisa de duas BD's, uma para os diferentes tipos de atividade física e as respetivas calorias queimadas após a sua realização e outra com a informação nutricional e os macronutrientes de diversos alimentos. Concluída a pesquisa, foi importada para a tabela *PhysicalActivity* uma BD com diversas atividades físicas e a respetiva estimativa de calorias queimadas conforme o peso do utilizador (Calories 2020) e para a tabela *Food*, selecionando a informação relevante para o projecto, uma outra BD com a informação dos alimentos (*Agriculture 2020a*).

Dito isto, foi criado o seguinte modelo de dados apresentado na Figura 4.2.

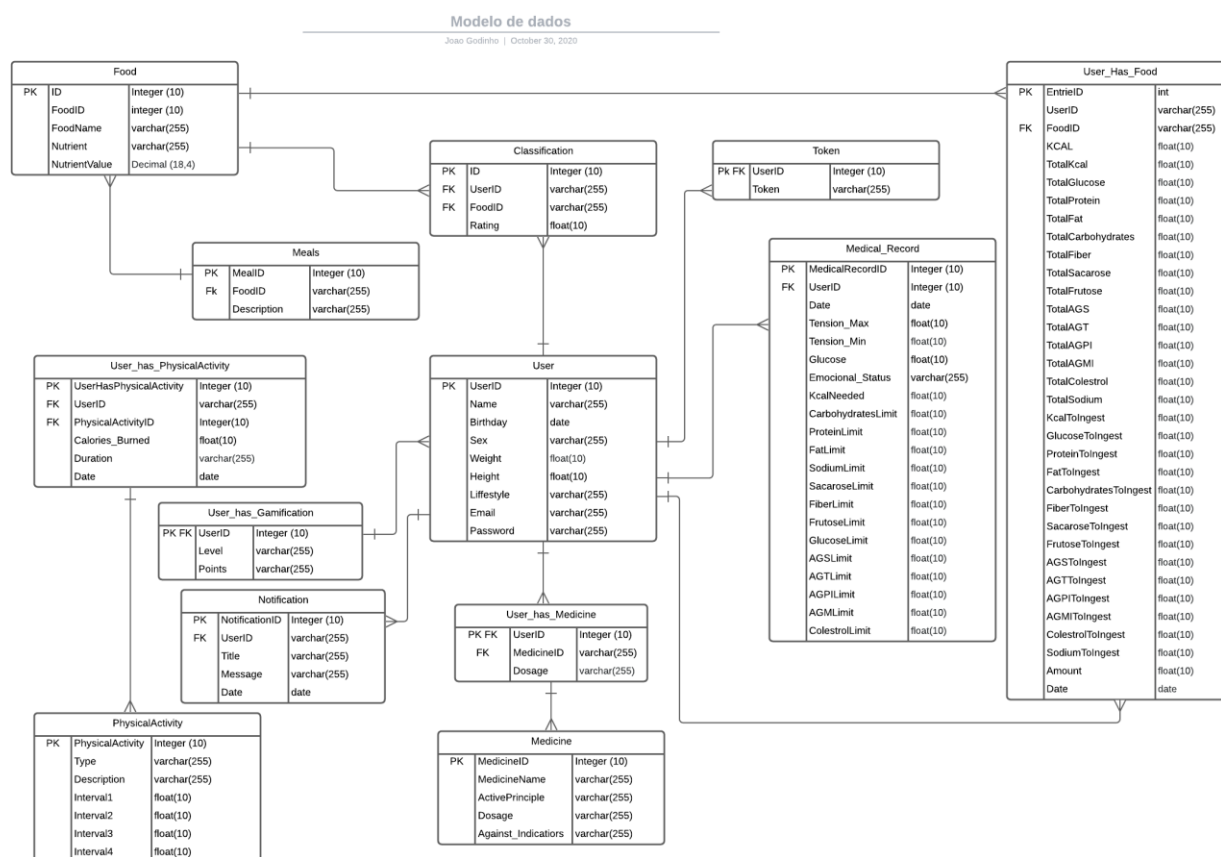


Figura 4.2 – Modelo de Dados.

De acordo com a Figura 4.2, podemos observar as diferentes tabelas criadas que apresentam diferentes finalidades. A tabela *User* será responsável pelo armazenamento de toda a informação relativa a um utilizador. Dado que, após o registo do utilizador é atribuído um *token* único, houve a necessidade de armazenamento do mesmo, criando-se assim a tabela *Token*, responsável pelo armazenamento de um código único de caracteres aleatórios de modo que seja possível a recuperação da palavra-passe.

Para a implementação do método de gamificação, foi criada uma tabela, *User_has_Gamification*, com o objetivo de armazenar o total de pontos acumulados pelo utilizador e o seu respetivo nível.

A tabela *Medical_Record* é responsável pelo armazenamento de toda a informação contida na ficha de saúde do utilizador. Dado que esta pode ser editada a qualquer momento, o utilizador pode conter diversas fichas de saúde, criando assim uma relação de um para muitos com a tabela *User*.

Dado que a monitorização dos alimentos ingeridos pelo utilizador é fundamental para o objetivo desta dissertação, a tabela *User_has_Food* desempenha um papel essencial no alcance do mesmo. Estando diretamente relacionada com a tabela *User*, numa relação de muitos para um, é responsável pelo armazenamento de todo o histórico de comida ingerida pelo utilizador podendo apresentar diversos registos de diferentes alimentos. Assim sendo, está diretamente relacionada com a tabela *Food*, responsável pelo armazenamento dos alimentos e dos seus respetivos nutrientes. A tabela *Classification* tem como finalidade o armazenamento das classificações dos diferentes alimentos, dadas pelo utilizador. A tabela *Meals*, é responsável pelo armazenamento de diversos tipos de refeições para que possam ser realizadas as respectivas recomendações de um tipo de refeição específico ao utilizador.

Sendo não só importante a adoção de uma alimentação equilibrada, é importante a monitorização de uma atividade física regular. Dito isto, a tabela *PhysicalActivity* é responsável por fornecer diferentes atividades físicas ao utilizador contendo informações sobre as calorias queimadas. Assim, é possível o utilizador realizar uma atividade e monitorizar o seu histórico. A tabela *User_has_PhysicalActivity* é responsável pelo armazenamento de toda a atividade física realizada e de toda a informação da mesma (calorias queimadas, duração e o nome da respetiva).

A tabela *Medicine* é responsável pelo armazenamento de diversos medicamentos, permitindo ao utilizador selecionar quais os que tenha que tomar. Caso o utilizador pretenda consultar o seu histórico de medicamentos, poderá fazê-lo graças à criação da tabela *User_has_Medicine*

responsável pelo armazenamento do histórico de toma de medicamentos.

Por último, a tabela *Notifications*, é responsável pelo armazenamento dos lembretes do utilizador para que seja possível notificá-lo mais tarde caso este deseje.

Após a criação e a definição das tabelas que irão compor a BD, procedeu-se à implementação da aplicação servidora, *API Gateway*, que irá servir como elo de ligação entre a aplicação móvel e a BD.

4.3 API Gateway

Para o desenvolvimento da aplicação servidora *DiabetesAPIGateway* ou *API Gateway*, e os seus componentes, foi utilizada a linguagem de programação C#, presente no *Asp.NET*, utilizando a *framework Asp.NET Web API*. É importante enunciar que o desenvolvimento desta aplicação servidora se deveu à necessidade de comunicar com outros serviços e componentes do sistema, assim como garantir uma melhor organização do mesmo e uma maior facilidade na manutenção. A existência de uma aplicação servidora permite que não seja necessário realizar chamadas diretas à BD através da aplicação móvel, não sobrecarregando assim a aplicação. De modo a que seja permitido o acesso a este componente e às respetivas funcionalidades num dispositivo móvel, foi necessário a alocação deste num servidor *IIS*.

4.3.1 Acesso a dados

De acordo com a arquitetura proposta a aplicação servidora será o componente responsável pelo acesso aos dados. Assim sendo, tem de estabelecer ligação com a *DiabetesDatabase*, através da *connectionString* presente no ficheiro *WebConfig*.

Foi por isso necessário, a criação de um Web Service na aplicação servidora que contém o *Entity Data Model* que permite a leitura e possível alteração dos dados recolhidos da BD alocada no *SQL Server*. Esse Web Service foi designado por “*DiabetesDataAccess*”.

Após a ligação com a BD ter sido realizada com sucesso, criaram-se os controlos, representados na Figura 4.3, com o objetivo de servirem de intermediários entre as ações do utilizador e os serviços a disponibilizar.

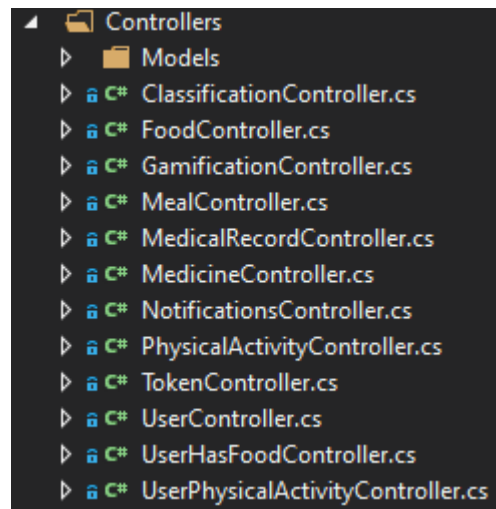


Figura 4.3 - Controlos criados e utilizados na aplicação servidora

Posteriormente, de modo a demonstrar como se comporta a aplicação servidora e todo o fluxo do processo de chamadas entre os seus subcomponentes durante a obtenção de dados, está representado na Figura 4.4 um diagrama de sequência de um pedido *HTTP* exemplo.

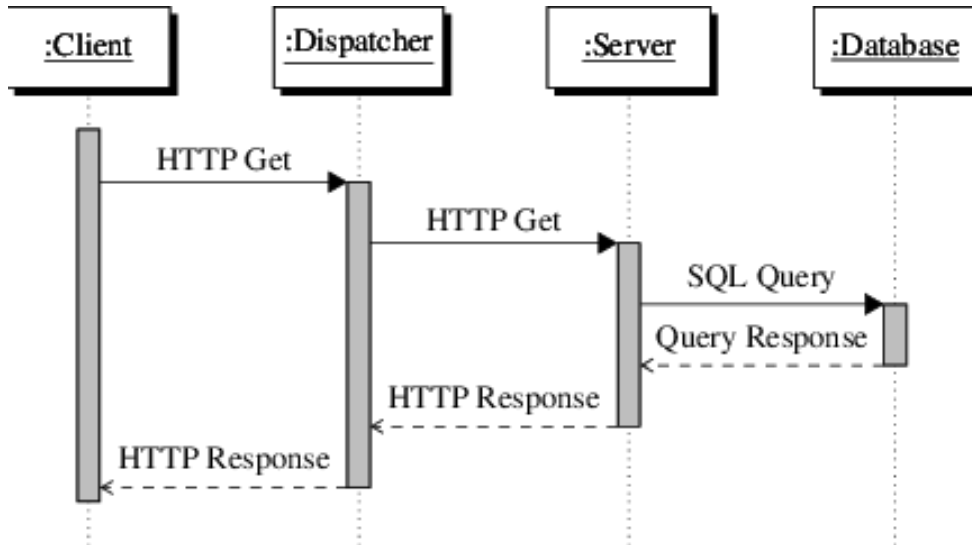


Figura 4.4- Diagrama de sequência de um pedido (Casanova et al. 2011; Microsoft 2020b).

4.3.2 Endpoints

De modo a que os serviços existentes na aplicação servidora possam ser acedidos pela aplicação móvel, foi necessária a criação de *endpoints*. Um *endpoint*, é apresentado na forma de *Uniform Resource Locator* (URL) e, tal como foi referido anteriormente, permite aceder a um determinado serviço externo numa aplicação cliente (API 2020). Tal como a Figura 4.5 sugere, podem ser interpretados como sendo uma *interface* entre a aplicação servidora e a aplicação consumidora.

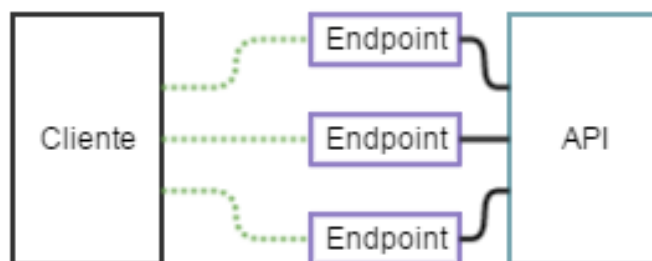


Figura 4.5 - Modelo de implementação de um endpoint

Cada controlo, referido na Figura 4.3, irá conter um *endpoint* específico de modo a que a aplicação consumidora apenas tenha que diferenciar no pedido a um serviço da aplicação servidora, o URL a ser utilizado. Dito isto, tendo em conta os controlos criados foram desenvolvidos os *endpoints* com a estrutura apresentada na Figura 4.6.



Figura 4.6 - Exemplo de um endpoint desenvolvido

Os *endpoints* desenvolvidos serviram para obter, criar, editar ou eliminar dados existentes na BD. Alguns dos *endpoint* desenvolvidos e utilizados:

- **urlGecad/api/Food**: obtém todas os alimentos existentes na tabela “Food” existente na BD, com os respetivos macronutrientes.
- **urlGecad/api/Food/Name={FoodName}**: permite obter a informação de um alimento

que contenha no nome parte do valor do campo “FoodName”. Utilizado principalmente, na pesquisa do alimento aquando a inserção do mesmo.

- **urlGecad/api/User/id={user_id}**: responsável para obter toda a informação do utilizador que contenha o ID igual ao do pedido.
- **urlGecad/api/User/email={email_cod}**: permite obter toda a informação do utilizador que contenha um email igual ao que foi enviado no parâmetro “email_cod”. Usado, principalmente, na verificação do login, para garantir que o email inserido existe na BD e também, no registo de um novo utilizador para evitar que existam emails duplicados.
- **urlGecad/api/Notification/UserID={id}**: permite obter todos os lembretes criados pelo utilizador.
- **urlGecad/api/Token/UserID={id}**: permite obter o “token” do utilizador em questão. Imprescindível para a mudança da palavra-passe, de modo a garantir a realização da operação por parte do utilizador.
- **urlGecad/api/Classification/UserID={id}**: permite obter todas as classificações do utilizador em questão. Essencial para saber quais os alimentos que ainda não sofreram classificação.
- **urlGecad/api/UserGamification/id={user_id}**: responsável por indicar o nível e respetivos pontos que o utilizador ganhou.
- **urlGecad/api/Meal**: Obtém todos alimentos que têm atribuídos um tipo de refeição pode este ser, “Breakfast”, “Lunch”, “Dinner” ou “Snack”.
- **urlGecad/api/MedicalRecord/Last/id={user_id}**: responsável por mostrar ao utilizador a sua última ficha de saúde.
- **urlGecad/api/Medicine/UserID={id}**: responsável por mostrar ao utilizador todos os medicamentos que tem que tomar.
- **urlGecad/api/PhysicalActivity/Name={Name}**: obtém todas as atividades físicas cujo nome, seja igual ou idêntico ao campo “Name”. Utilizado quando é inserida uma atividade física através da pesquisa pela mesma.
- **urlGecad/api/UserHasFood/Today/id={user_id}**: obtém o histórico de alimentos ingeridos pelo utilizador durante o dia.
- **urlGecad/api/UserHasPhysicalActivity/Today/id={user_id}**: obtém o histórico de atividade física realizada pelo utilizador durante o dia.

Todos os *endpoints* criados estão disponíveis no Anexo 1 – Tabela de *Endpoints*.

4.4 Aplicação Móvel

A aplicação móvel *DiabetesAPP*, consome os serviços disponibilizados pela *DiabetesAPIGateway* e tem o objetivo de apresentar ao utilizador um conjunto de páginas com as informações desejadas. A aplicação móvel irá realizar pedidos mais específicos à aplicação servidora, levando à criação de mais *endpoints* e a uma maior organização dos pedidos efetuados, dado que na existência de uma falha de um *endpoint*, seja mais fácil a resolução. A aplicação móvel, foi desenvolvida em *Xamarin*, utilizando a linguagem C#.

4.4.1 Plugins Utilizados

Ao longo da implementação, foram importados diversos *softwares* livres, para o auxílio da criação das páginas da aplicação móvel. Todos os *plugins* mencionados abaixo, tiveram o objetivo de melhorar a *interface* gráfica e possibilitar apresentação de ferramentas visuais complementares. Os *plugins* utilizados são:

- **Syncfusion** (Syncfusion 2020): *plugin* que disponibiliza uma seleção de componentes mais “*user-friendly*” ou seja, mais simples de utilizar quer para o utilizador, quer para o próprio programador. Utilizado, por exemplo na barra de progressão de nível, na classificação da comida e na geração de *PDF*;
- **Xamarin.Essentials** (Microsoft 2020a): *plugin* que disponibiliza uma série de API com diversas funcionalidades, grande parte delas, referentes ao dispositivo em que a aplicação móvel está a correr. Um exemplo da sua aplicabilidade é a deteção de movimentos bruscos e repentinos por parte do utilizador;
- **Xamarin.Firebase.Messaging** (Google 2020a): *plugin* responsável pelo aparecimento de notificações de telemóvel programadas. Utilizado, por exemplo no aparecimento de lembretes para beber água, exercitar, entre outros.
- **Xamarin.GooglePlayServices.Vision** (Google 2020b): *plugin* responsável pelo reconhecimento de texto através da câmara do dispositivo móvel.
- **Xamarin.Android.Supportv7** (Android 2020): biblioteca que permite correr a aplicação móvel em dispositivos *Android* mais antigos.

4.4.2 Implementação de casos de uso

De seguida, de modo a complementar a argumentação desta secção serão descritos os casos de uso previamente referidos na secção 3.2.3. Deste modo, primeiramente, será feito uma breve descrição do caso de uso, indicando a sua funcionalidade e qual o resultado obtido. Por fim, será explicado como foi implementado o mesmo, com a apresentação de excertos de código considerados relevantes.

4.4.2.1 Login

Este caso é realizado sempre que um utilizador não autenticado entra na aplicação móvel e pretende garantir a autenticação no sistema, através da inserção dos seus dados de início de sessão (*email* e respetiva palavra-passe). Na Figura 4.7 encontra-se representado o formulário de início de sessão implementado na aplicação móvel.

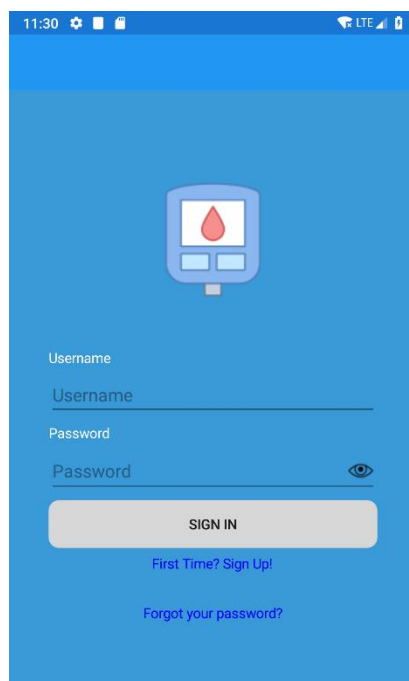


Figura 4.7 - Página de início de sessão

Após o utilizador inserir os seus dados, é validado pela aplicação servidora se os dados estão corretos e se o utilizador existe na BD. É realizado um pedido à aplicação servidora de forma a perceber se existe algum utilizador com o mesmo o *email* que o inserido no formulário. Caso haja, então é devolvida toda a informação do respetivo utilizador contida na tabela “*User*” de modo que seja possível realizar uma comparação da palavra-passe inserida no formulário com a que existe na

BD, tal como se encontra indicado na Figura 4.8.

```
1 reference
async Task<bool> CheckInformation()
{
    //ID para login com sucesso é sempre maior que 0. Quando é retornado 0 pelo ser
    User userData = await _restService.SearchUser(Entry_username.Text);
    bool result = false;

    if (userData != null && userData.UserID != 0)
    {
        result = (Utils.Base64Decode(userData.Password) == Entry_Password.Text);
    }

    if (result)
    {
        //Armazena o User em Contexto permitindo usar dados mais para frente sem te
        Application.Current.Properties["ContextUser_UserID"] = userData.UserID;
        Application.Current.Properties["ContextUser_UserName"] = userData.Name;
        await Application.Current.SavePropertiesAsync();
    }

    return result;
}
```

Figura 4.8 - Excerto de código referente à existência de um utilizador.

Caso o início de sessão tenha sido realizado com sucesso, então é armazenado em contexto, como apresentado na Figura 4.9, a sessão em causa, evitando que o utilizador tenha de efetuar *login* sempre que fecha a aplicação.

```
if (await CheckInformation())
{
    string Name = Application.Current.Properties["ContextUser_UserName"].ToString();
    await DisplayAlert("Success", "Welcome back " + Name, "Ok");
    Preferences.Set("Username", Entry_username.Text);
    Preferences.Set("Password", Entry_Password.Text);
    Application.Current.MainPage = new NavigationPage(new Dashboard(false, false));
}
```

Figura 4.9 - Excerto de código referente ao armazenamento da sessão do utilizador logado.

Para que isto aconteça, é verificado sempre que o utilizador abre a aplicação se existe alguma sessão em contexto. Se existir, o utilizador é redirecionado para a sua página inicial (*Dashboard*), caso contrário é redirecionado para a página de início de sessão. Na Figura 4.10 está representado o excerto de código referente a esta lógica.

```

var username = Preferences.Get("Username", "");
if(!string.IsNullOrEmpty(username))
{
    MainPage = new NavigationPage(new Dashboard(false, false));
}
else
{
    MainPage = new NavigationPage(new LoginPage());
}

```

Figura 4.10 - Excerto de código referente a existência de uma sessão

Por fim, caso o início de sessão tenha sido realizado com sucesso, é apresentada uma mensagem de boas-vindas ao utilizador e este é redirecionado automaticamente para a sua página inicial. Caso contrário, como representado na Figura 4.11, é sempre apresentada uma mensagem de erro.

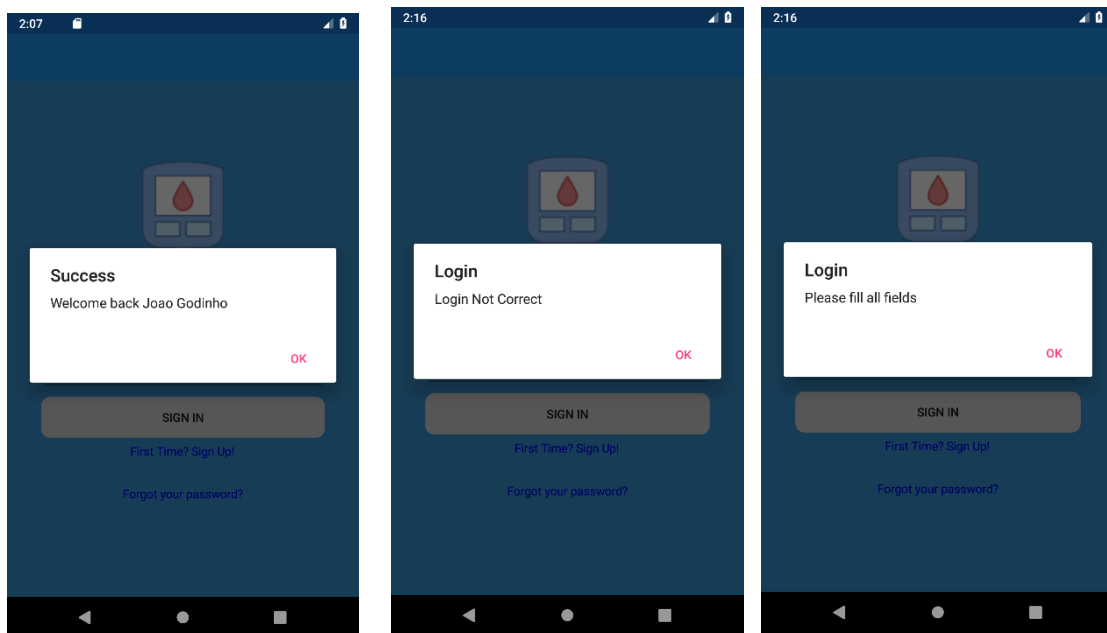


Figura 4.11 - Mensagem de sucesso /Mensagem de Erro/Mensagem de erro de preenchimento de dados.

4.4.2.2 Registo

Caso o utilizador não possua uma conta no sistema, este pode registar-se usando o *link* na página de início sessão como está representado na Figura 4.12. Ao carregar neste *link* é apresentado um formulário dinâmico onde é pedido ao utilizador que preencha com os seus dados e pequenas informações relativas ao seu estilo de vida.

The figure displays three sequential screenshots of a mobile application's registration process. The first screenshot shows a registration form with fields for Name, Date of Birth (10/13/2020), Sex, Weight (Kg), Height (cm), Activity level (How active are you?), Email, and Password, with a REGISTER button. The second screenshot shows a modal dialog for selecting Sex (Male or Female) with a CANCEL button. The third screenshot shows a modal dialog for selecting activity level (Little to no exercise, Light exercise, Moderate exercise, Heavy exercise, Very heavy exercise) with a CANCEL button.

Figura 4.12 - Formulário de registo.

Após a inserção dos dados por parte do utilizador, são calculadas as calorias necessárias do mesmo com base na fórmula (2.1), sendo assim criada a ficha de saúde.

De seguida, é pedido para que o utilizador selecione 10 comidas que aprecie e 10 comidas que não aprecie e classifique as mesmas de 0-2 (caso não aprecie) e de 3-5 (caso aprecie), tal como está representado na Figura 4.13. O objetivo desta seleção e respetiva classificação, é auxiliar o SR para que este seja mais eficaz na sua finalidade, dado que as classificações de comida representam um parâmetro importante na atuação do mesmo.

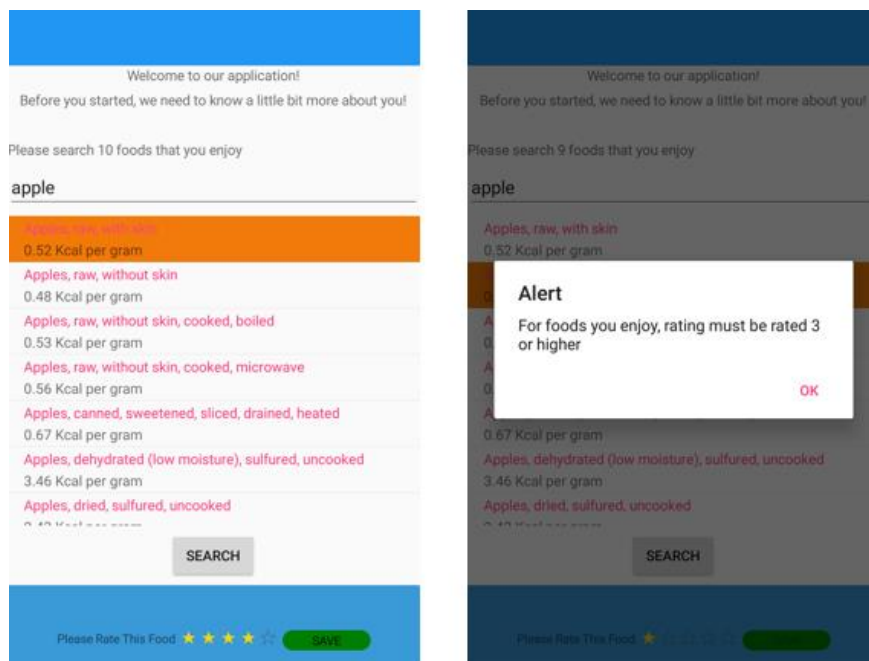


Figura 4.13 – Classificação de alimentos após registo do utilizador

Deste modo, após a inserção das classificações da comida, é apresentada a opção de inserir lembretes para medicamentos. Caso queira, é pedido que preencha algumas informações acerca deste, como data do lembrete, titulo e respetiva mensagem.

Caso o utilizador não o pretenda fazer, é redirecionado para a página inicial, apresentada na Figura 4.14.

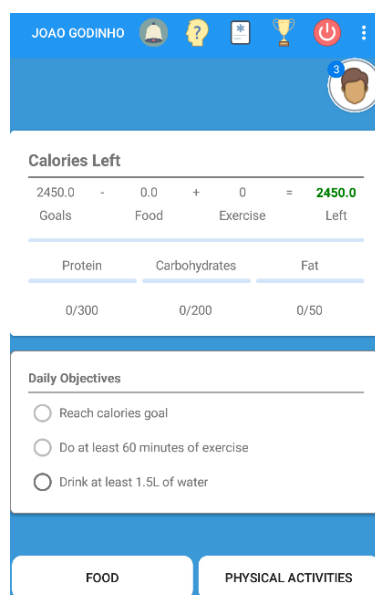


Figura 4.14 - Homepage principal de um utilizador loggado

No fim do registo de um novo utilizador é enviado um *email* de modo a notificá-lo do seu acesso ao sistema. Para o envio de *emails* foi criada a classe *Email* que, utilizando o módulo *SmtpClient* do .NET, permite o envio de *emails* a partir do *Simple Mail Transfer Protocol* (SMTP), protocolo padrão de envio de *emails* da *internet*.

Na classe *Email*, representada na Figura 4.15, encontram-se as configurações necessárias para o envio, tais como (Ardal 2020):

- Servidor SMTP – foi utilizado o SMTP do Gmail;
- Porta SMTP – foi utilizado a porta padrão do SMTP, 587;
- Email e envio – foi utilizado um endereço de email do Gmail, para a realização desta funcionalidade.

```
1 reference
public static void SendEmailRegister(string name, string email, string pass, string token)
{
    string Name = name;
    string Email = email;
    string Pass = pass;
    string Token = token;

    var smtpClient = new SmtpClient("smtp.gmail.com")
    {
        Port = 587,
        Credentials = new NetworkCredential("joaogodinhotes@gmail.com", "diabetestese"),
        EnableSsl = true,
    };

    var mailMessage = new MailMessage
    {
        From = new MailAddress("joaogodinhotes@gmail.com", "DiabetesAPP"),
        Subject = "Welcome " + Name + "!",
        Body = "<p><span style=\"font-size: 18px; font-family: Calibri, sans-serif;\">" +
            "Thank you for registering in our application! :)</span></p>" +
            "<p><span style=\"font-family: Calibri, sans-serif;\">" +
            "Here is your information:</span></p>" +
            "<p><span style=\"font-family: Calibri, sans-serif;\"><strong>Name:&nbsp;</strong>" +
            Name + "</span></p>" +
            "<p><span style=\"font-family: Calibri, sans-serif;\"><strong> Email: </strong>" +
            Email + "</span></p>" +
            "<p><span style=\"font-family: Calibri, sans-serif;\"><strong> Password:&nbsp;</strong>" +
            Pass + "</span></p>" +
            "<p><strong><span style=\"font-family: Calibri, sans-serif;\">" +
            "Token:&nbsp;</span></strong><span style=\"font-family: Calibri, sans-serif;\">" +
            Token + "</span></p>" +
            "<p> Best Regards </p>",
        IsBodyHtml = true,
    };
    mailMessage.To.Add("joaogodinho19@gmail.com");
    smtpClient.Send(mailMessage);
}
```

Figura 4.15 - Configurações SMTP e configurações do corpo da mensagem.

Na Figura 4.16 encontra-se representado um exemplo de o *email* recebido após a criação de um novo utilizador.

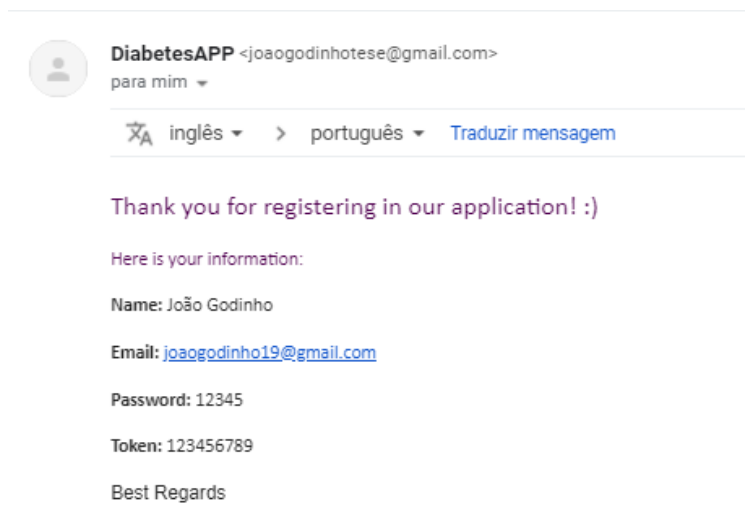


Figura 4.16 - Email recebido.

4.4.2.3 Alteração de Palavra-passe

Esta funcionalidade permite a um utilizador não autenticado, que possua conta no sistema, alterar a sua palavra-passe caso se tenha esquecido através do preenchimento de um pequeno formulário. De forma a garantir a segurança da conta, neste formulário é pedido o *email* e o respectivo *token* de modo a que a autenticação seja garantida. Caso se verifique que o *token* inserido não corresponde ao *email*, é apresentada uma mensagem de erro. Caso contrário é realizada a alteração com sucesso e enviado um *email* ao utilizador a informá-lo da mesma, como se encontra apresentado na Figura 4.17.

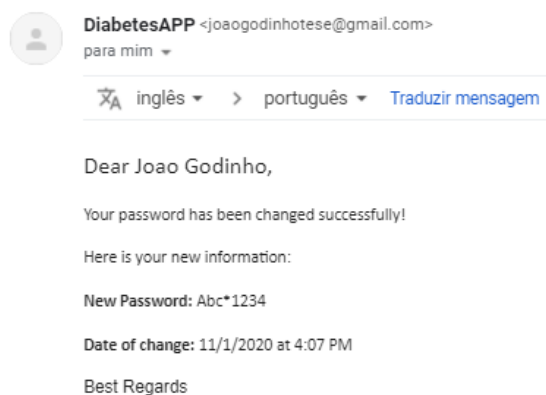


Figura 4.17 - Exemplo de email enviado ao utilizador após a mudança da palavra-passe.

4.4.2.4 Registo Alimento

Esta funcionalidade permite ao utilizador registar um alimento que pretenda consumir fornecendo-lhe assim informação das calorias que esse alimento possui, bem como os respectivos macronutrientes. A ação de “Inserir Comida” está presente na página inicial, de fácil acesso, na qual é perguntado ao utilizador de que forma pretende registar o alimento ingerido. Tal como se encontra representado na Figura 4.18 é possível realizar esta funcionalidade de três formas diferentes:

- **Manual:** é pedido ao utilizador que insira o nome do alimento, fazendo uma pesquisa na BD;
- **Câmara:** Com a funcionalidade implementada de reconhecimento de texto, é possível que o utilizador adicione um alimento através da câmara do seu dispositivo móvel;
- **Recomendação:** é recomendado, com base nas suas necessidades nutricionais, uma série de alimentos que este pode consumir.

Dependendo de qual a opção que o utilizador optar, este será reencaminhado para página correspondente a cada uma.

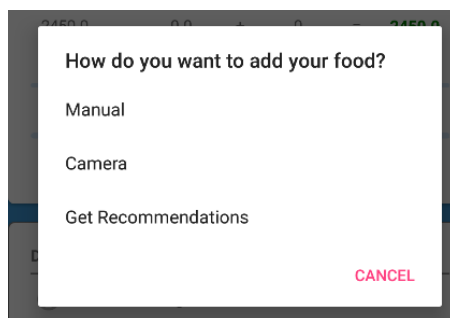


Figura 4.18 - Menu de opções para registo de um alimento.

Manual

Caso o utilizador pretenda inserir um alimento manualmente, é reencaminhado para uma página onde lhe é solicitado o nome do mesmo. De seguida, é feito um pedido à aplicação servidora para que devolva todos os alimentos, existentes na *DiabetesDatabase* mais especificamente na tabela Food, que contêm o nome que o utilizador inseriu no campo de pesquisa.

Caso exista, é devolvida uma lista de alimentos, tal como representado na Figura 4.19, permitindo ao utilizador selecionar aquele que qual pretende. Caso não haja resultados, é apresentada uma mensagem a afirmar que o alimento não existe na BD.

11:32

←

Search Food

apple

Apples, raw, with skin	0.52 Kcal per gram
Apples, raw, without skin	0.48 Kcal per gram
Apples, raw, without skin, cooked, boiled	0.53 Kcal per gram
Apples, raw, without skin, cooked, microwave	0.56 Kcal per gram
Apples, canned, sweetened, sliced, drained, heated	0.67 Kcal per gram
Apples, dehydrated (low moisture), sulfured, uncooked	3.46 Kcal per gram
Apples, dried, sulfured, uncooked	2.43 Kcal per gram
Apples, dried, sulfured, stewed, without added sugar	0.57 Kcal per gram
Apple juice, canned or bottled, unsweetened, without added a...	0.46 Kcal per gram
Applesauce, canned, unsweetened, without added ascorbic a...	0.42 Kcal per gram
Applesauce, canned, sweetened, without salt (includes USDA	

SEARCH

Figura 4.19 - Formulário de pesquisa de um alimento.

De seguida, tendo o utilizador certeza que é esse o alimento que pretende seleccionar, é pedido que indique a quantidade em gramas. É calculado automaticamente quais os valores dos macronutrientes do alimento com base na quantidade inserida, apresentado na Figura 4.20, de modo que o utilizador consiga compreender se este alimento é uma boa escolha.

←

100

Calories Expected: 52.00 KCAL

Protein Expected: 0.26 grams

Carbohydrates Expected: 13.81 grams

Fat Expected: 0.17 grams

Fructose Expected: 10.39 grams

Sucrose Expected: 10.39 grams

Fiber Expected: 2.40 grams

SAVE

Figura 4.20 - Formulário de quantidade, em gramas, do alimento que o utilizador pretende ingerir.

Sempre que se inserir um alimento e a respetiva quantidade, é verificado se os macronutrientes calculados não ultrapassam os limites nutricionais diários do utilizador em sessão.

Caso isto aconteça, é sempre apresentada uma mensagem de erro (Figura 4.21) ao utilizador mostrando qual o limite nutricional que vai ser ultrapassado e se este tem a certeza que pretende continuar.

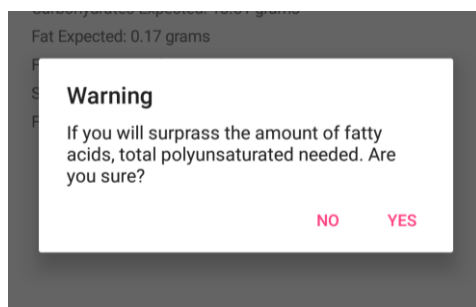


Figura 4.21 - Alerta de limite ultrapassado de um macronutriente.

No entanto, é de salientar que, caso não haja registo na BD de uma atividade física realizada pelo utilizador nesse dia, é apresentada uma sugestão para a realização de modo a que possa vir a ser possível a ingestão desse determinado alimento.

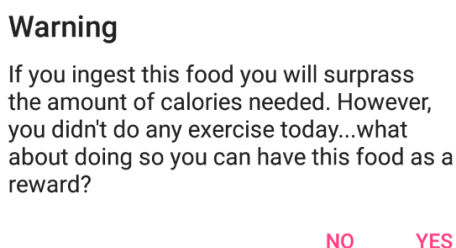


Figura 4.22 - Alerta para realização de uma atividade física antes de registo de um alimento.

Sempre que o utilizador registar um alimento com sucesso, de forma a tornar simples o uso da funcionalidade, é sempre perguntado se este pretende adicionar outro registo tal como se encontra representado na Figura 4.23. Caso não queira, é redirecionado para o *Dashboard*.

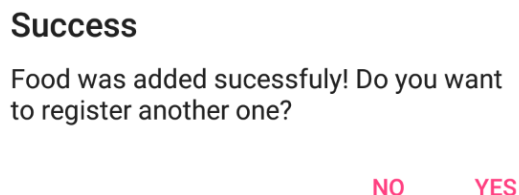


Figura 4.23 - Alerta para registar outro alimento.

Câmara

O plugin **Xamarin.GooglePlayServices.Vision** permite detetar e extrair texto de qualquer imagem. Graças a esta funcionalidade, é possível que o utilizador, apontando a câmara do seu dispositivo móvel, consiga obter informação nutricional de um alimento sem a necessidade de realizar uma pesquisa manual por este.

Após o reconhecimento do texto, a aplicação móvel comunica com a aplicação servidora de modo a obter toda a informação nutricional do texto detetado. Caso a resposta seja positiva, então é mostrado ao utilizador a informação nutricional, ou seja, as calorias (por 100 gramas) do alimento detetado, tal como está apresentado na Figura 4.24.

Assim sendo, caso o utilizador queira consumir esse alimento, basta seleccionar a opção apresentada no ecrã sendo, então reencaminhado para a pagina de pesquisa de alimentos, já preenchida com o nome do alimento detetado, onde apenas tem que inserir a quantidade que pretende ingerir.

Caso não exista informação acerca do texto reconhecido, é apresentada uma mensagem que indica que texto detetado não corresponde a nenhum alimento existente na BD.

Esta funcionalidade torna-se bastante útil, sempre que o utilizador realizar uma refeição num restaurante/café e queira inserir ou até mesmo saber qual os macronutrientes existentes num alimento que pretende consumir.

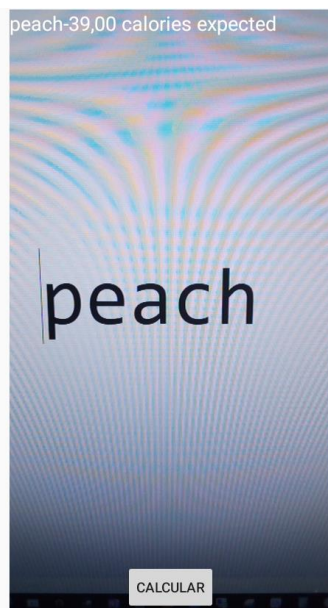


Figura 4.24 - Exemplo da funcionalidade de reconhecimento de texto e respetivo calculo das calorias.

4.4.2.5 Gerar Recomendações

A qualquer altura do dia, o utilizador pode realizar um pedido de recomendação ao SR para que este lhe recomende um alimento. É pedido, numa primeira instância, que o utilizador insira qual tipo de refeição para a qual pretende a recomendação do alimento, dentro das opções “*Breakfast*”, “*Lunch*”, “*Dinner*”, “*Snack*” ou “*All*” tal como se encontra apresentado na Figura 4.25. Enquanto os quatro primeiros tipos apenas sugerem alimentos com o tipo de refeição correspondente, o último permite que o SR recomende qualquer tipo de alimento.

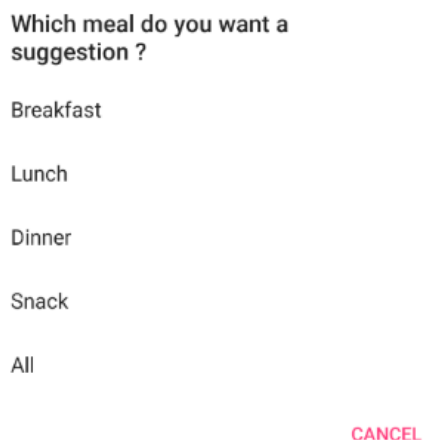
The image shows a mobile application screen with a white background. At the top, there is a title bar with the text "Which meal do you want a suggestion ?" in black. Below the title bar, there are five radio button options: "Breakfast", "Lunch", "Dinner", "Snack", and "All". Each option is preceded by a small grey circle. At the bottom right of the screen, there is a red button with the text "CANCEL" in white capital letters.

Figura 4.25 – Figura de como pedir uma recomendação.

Caso o SR não consiga arranjar um alimento que possa sugerir ao utilizador, é apresentada uma mensagem indicando que não há alimentos que possam ser recomendados no momento.

No entanto, se houver alimentos que possam ser recomendados, é apresentada essa mesma lista de recomendações de modo a que este possa escolher uma destas e adicioná-la ao seu registo de comidas ingeridas, como esta representado na Figura 4.26.

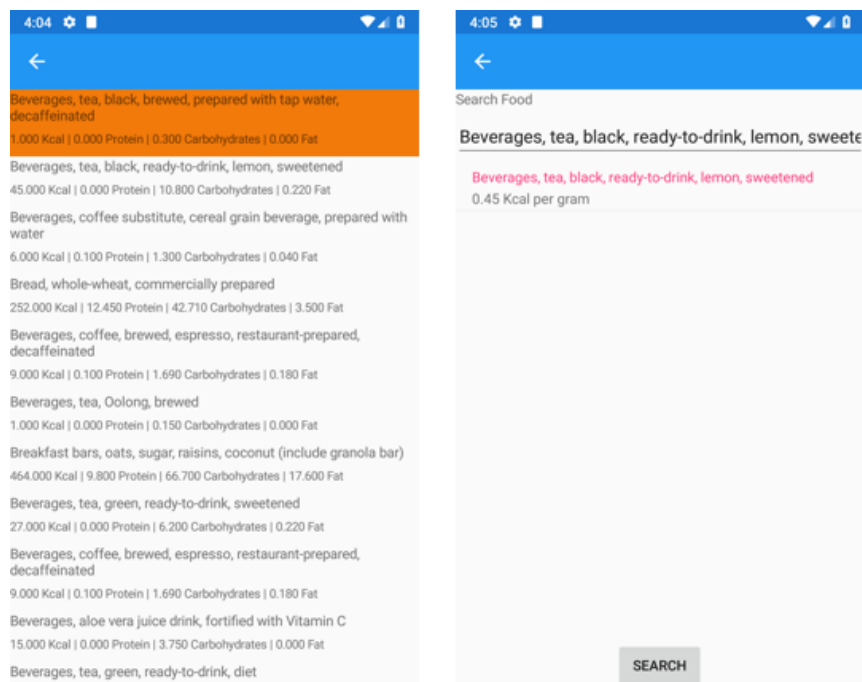


Figura 4.26 - Lista de recomendações sugeridas ao utilizador.

A partir da lista apresentada, o utilizador pode seleccionar qual a recomendação que lhe parece melhor, reencaminhando-a para a página de pesquisa de comida onde apenas tem que a seleccionar e inserir qual a quantidade a ingerir, processo este semelhante ao registo manual de alimentos descrito no caso de uso anteriormente mencionado.

4.4.2.6 Gestão de registo de alimentos

Neste caso de uso, após o registo de um alimento, o utilizador consegue consultar e eliminar, caso deseje, os registos de comida inseridos durante o dia. Nessa consulta de registos, tal como está apresentado na Figura 4.27, é possível ver toda a informação relativa à comida que foi ingerida (calorias, quantidade e classificação dada pelo utilizador).

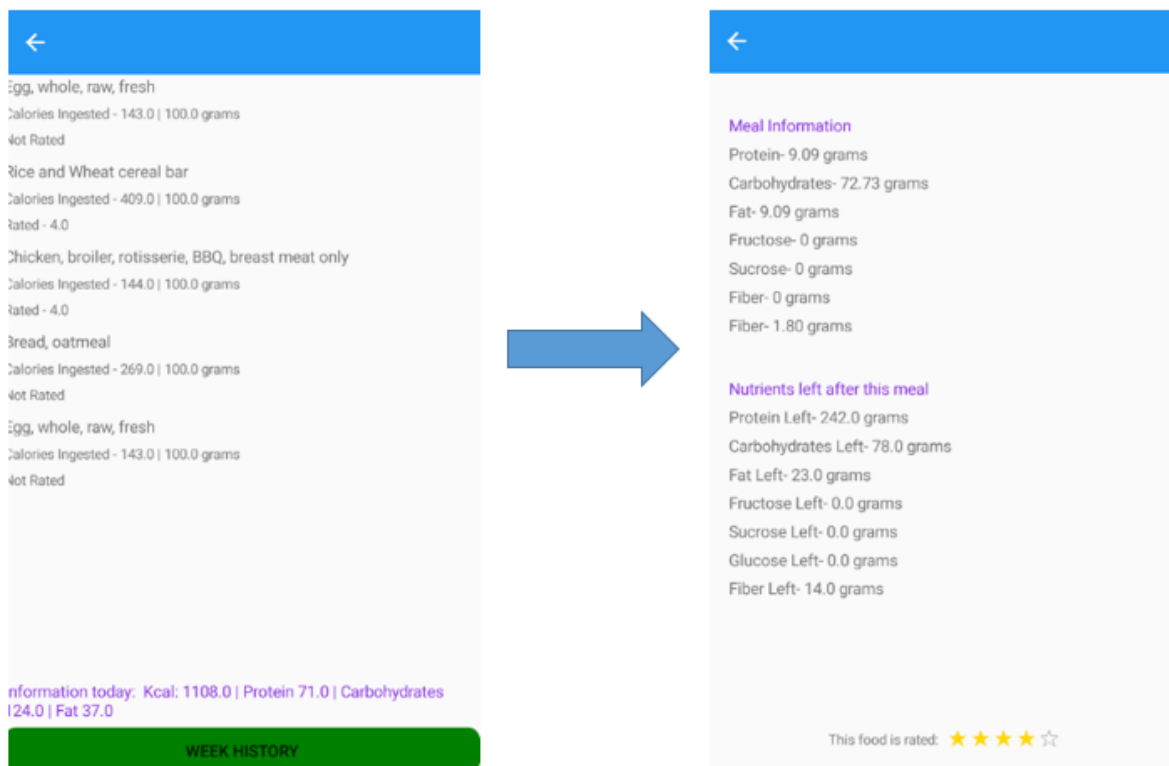


Figura 4.27 - Histórico de alimentos ingeridos.

O utilizador pode ainda ver, com maior detalhe, cada registo individual, selecionando o mesmo na lista acima apresentada. A página de detalhe irá conter toda a informação relativa ao alimento ingerido (quantidade e respetivos macronutrientes). Apresenta também quais os macronutrientes que sobraram após a ingestão do alimento assim como a classificação do mesmo dada pelo utilizador. Caso não exista, este pode realizar a classificação nessa mesma página.

Esta disponível ainda, a consulta da quantidade de calorias ingeridas na última semana, num gráfico de barras, com informação da quantidade de macronutrientes (proteína, hidratos de carbono e gordura) ingeridos no respetivo dia, como se encontra representado na Figura 4.28.

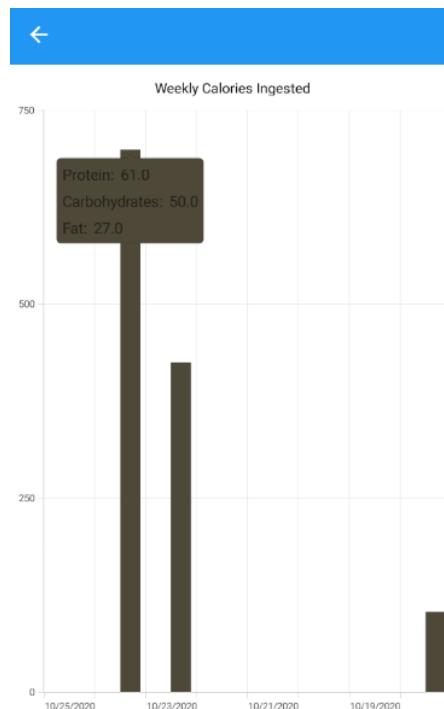


Figura 4.28 - Gráfico de quantidade de calorias ingeridas na última semana.

4.4.2.7 Registo estado emocional

Devido à importância dada à saúde mental do paciente, tal como foi referido na secção 2.1.3, foi implementada uma funcionalidade que permite ao utilizador inserir o seu estado emocional, ficando este registado na sua ficha de saúde.

Esta funcionalidade pode ser acedida através do ícone assinalado na figura abaixo, sendo apresentadas 3 diferentes figuras: contente (estado *Happy*), normal (estado *Ok*), triste (estado *Sad*), como está apresentado na Figura 4.29.

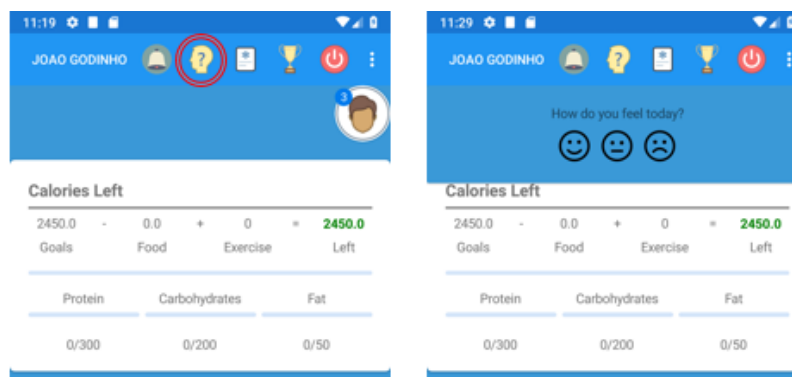


Figura 4.29 - Inserir estado emocional.

Caso seja na Figura 4.19 estado triste surge uma mensagem de texto colocando a hipótese de este realizar uma breve conversa por mensagem com um profissional de saúde. Caso a resposta seja positiva, é apresentado um *chat* onde o utilizador poderá expressar o seu estado emocional, tal como está representado na Figura 4.30.

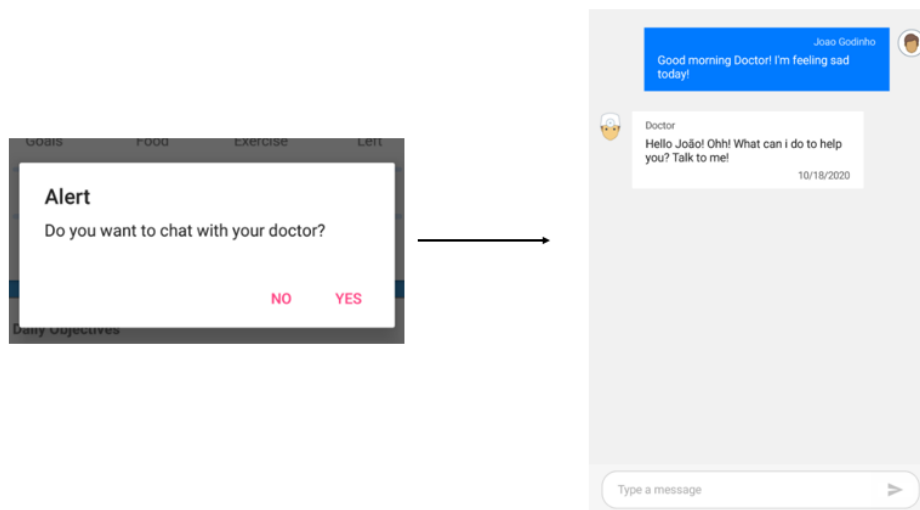


Figura 4.30 - Sistemas de mensagem implementado.

É importante referir que uma funcionalidade que está associada a inserção do estado emocional é a deteção de movimentos bruscos por parte do dispositivo móvel. Isto permite que, cada vez que o utilizador está na aplicação, se for realizado um movimento súbito e repentino, é acionada uma mensagem de texto, apresentada na Figura 4.31, a reconhecer que o utilizador se encontra agitado e a lembrar para inserir o seu estado emocional, caso ainda não o tenha feito nesse dia.

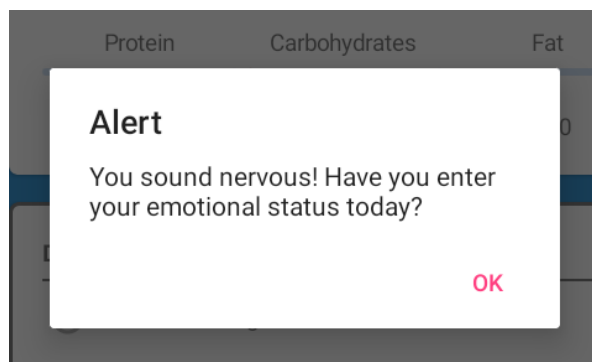
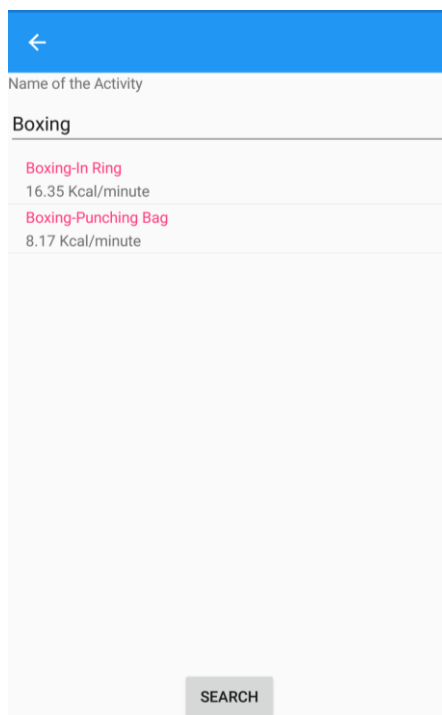


Figura 4.31 - Mensagem de aviso após o dispositivo móvel ter detectado um movimento brusco.

4.4.2.8 Gerir atividade física

Neste caso de uso, o utilizador pode inserir/eliminar uma atividade física, bem como observar o seu histórico de atividade realizada no próprio dia. Para tal, tem de selecionar a opção “*Physical Activities*” da página inicial, sendo reencaminhado para a página de pesquisa onde apenas tem de inserir o nome da atividade física a realizar, apresentado na Figura 4.32.



The screenshot shows a mobile application interface for searching physical activities. At the top is a blue header bar with a white back arrow icon. Below the header is a text input field labeled "Name of the Activity". The field contains the text "Boxing". Below the input field, there is a list of search results. The first result is "Boxing-In Ring" in red text, with "16.35 Kcal/minute" below it. The second result is "Boxing-Punching Bag" in red text, with "8.17 Kcal/minute" below it. At the bottom of the screen is a grey button with the text "SEARCH".

Figura 4.32 - Formulário de pesquisa de uma atividade física.

Caso a pesquisa tenha sido feita com sucesso, o utilizador tem de inserir os minutos que dispensou ou pretende dispensar na realização da atividade física sendo assim calculadas automaticamente as calorias queimadas. O cálculo das calorias queimadas na duração da atividade física em questão tem em consideração o peso do utilizador.

Todas as atividades físicas existentes na tabela “*Physical_Activity*” contêm quatro registos idênticos, partilhando o mesmo parâmetro “*PhysicalActivityID*”, mas apresentam valores de calorias queimadas/minuto diferentes dependendo do peso do utilizador. Na Tabela 4.1, encontra-se representando um pequeno exemplo de atividades iguais nas quais o peso do utilizador influencia o total de calorias queimadas.

Tabela 4.1 - Tabela de calorias queimadas por exercício e peso do praticante (Calories 2020).

Exercício	>=59 KG	>=71Kg	>=52Kg	>=93 Kg
<i>Aeróbica, Normal</i>	384	457	531	605
<i>Aeróbica,Alto impacto</i>	413	493	572	651
<i>Aeróbica, Baixo impacto</i>	295	352	409	465

Toda a informação relativa à atividade física e às respectivas calorias queimadas por hora podem ser consultadas no Anexo 2 – Tabela de Atividade física.

Sempre que o utilizador insere uma atividade física, são recalculadas as calorias diárias que este ainda pode ingerir, somando estas calorias queimadas às que ainda faltavam ingerir. Toda essa informação é disponibilizada na página inicial ou *Dashboard*, tal como representado na Figura 4.33.

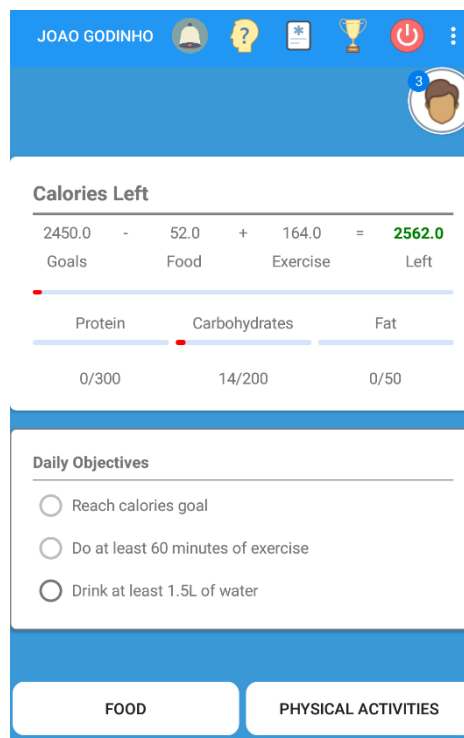


Figura 4.33 - Página inicial após inserção de uma atividade física realizada.

Assim sendo, carregando no número total de calorias queimadas (de acordo com a Figura 4.33, seriam 164 calorias), é redirecionado para a página do histórico de atividade física realizada pelo utilizador durante o dia, contendo informação sobre a duração da atividade e as calorias que este queimou, como se encontra apresentado na Figura 4.34.

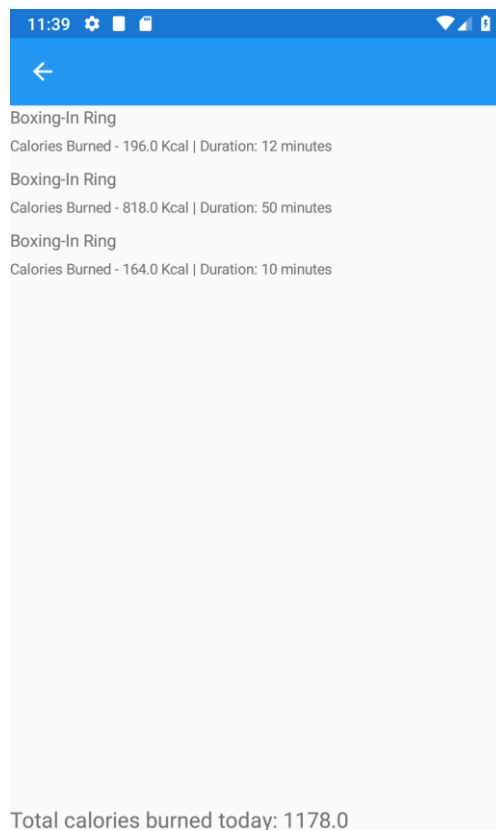


Figura 4.34 - Histórico de atividade física realizada.

De relembrar que, por cada 30 minutos de atividade física realizada, o utilizador irá acumular 10 pontos de modo que este possa subir de nível. De acordo com a informação da secção 2.1.2, é recomendado a realização de 60 minutos de atividade física diária, pelo que, houve a necessidade de tornar isto num dos objetivos diários do utilizador. De salientar que caso cumpra os objetivos diários estabelecidos, este é recompensado.

4.4.2.9 Gerir recompensas

De modo a incentivar o utilizador a utilizar a aplicação móvel, foi implementado um sistema de pontos onde o utilizador, por cada ação que faça, recebe um número específico de pontos. Logo após o preenchimento do registo com as informações de um novo utilizador, tal como mencionado no caso de uso Registo, são apresentadas quais as ações a realizar de modo a conseguir progredir de nível mais depressa. Considerou-se oferecer esta recompensa em todas as ações benéficas e que contribuem não só para a eficácia da aplicação, mas também para auxiliar o utilizador a atingir o seu objetivo principal. As ações consideradas foram as seguintes:

- Registrar um alimento;
- Classificar um alimento;
- Registrar a realização de uma atividade física;
- Registrar estado emocional;
- Atingir todos os objetivos diários estabelecidos.

Assim sendo, foi decidido que o utilizador acumula 10 pontos por cada ação realizada na aplicação móvel. A cada 100 pontos acumulados, sobe de nível e sempre que esta meta é alcançada, é apresentada uma mensagem em forma de *pop-up*, apresentada a mensagem na Figura 4.35.

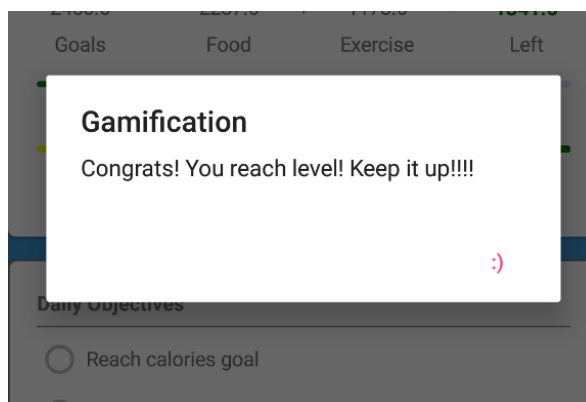


Figura 4.35 - Alerta de subida de nível.

Embora os pontos acumulados não tenham uma finalidade que seja possível pôr em prática neste trabalho, o objetivo seria, conforme o nível do utilizador, estarem disponíveis códigos de desconto em cadeias de comida saudável tais como o *Celeiro*, *Prozis*, *Vitaminas*, *DaTerra*, entre

muitas outras. Este código seria único e intransmissível, sendo que seria gerado especificamente para o utilizador em contexto. Na Figura 4.36, encontra-se representando um exemplo de um código de desconto gerado, com a barra de progresso de nível do utilizador em sessão:

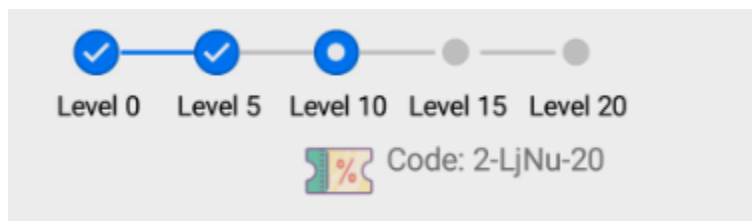


Figura 4.36 – Código de desconto gerado.

De modo a serem únicos, todos os códigos de desconto são gerados com a seguinte informação, separada por um *hífen*: o número de utilizador em sessão, 4 caracteres gerados aleatoriamente e a percentagem do desconto.

A percentagem de desconto é atribuída da seguinte forma:

- Nível 0-5: é atribuído 10% de desconto ao utilizador;
- Nível 6-10: é atribuído 20% de desconto ao utilizador;
- Nível 11-15: é atribuído 30% de desconto ao utilizador;
- Nível 16-20: é atribuído 40% de desconto ao utilizador;
- Acima de Nível 21: é atribuído 50% de desconto ao utilizador;

Esta informação encontra-se sempre disponível na página inicial sendo apenas necessário seleccionar o ícone assinalado na Figura 4.37. Assim, é possível saber sempre qual o nível em que o utilizador se encontra com o código de desconto gerado.

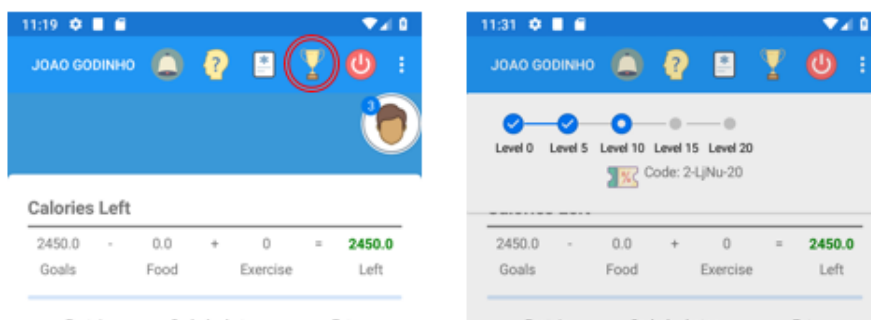


Figura 4.37 - Recompensas das acções do utilizador.

A utilização deste método de gamificação permite que o utilizador seja mais assíduo nos seus registos, possibilitando a conquista de recompensas maiores e, em simultâneo, aumentando o seu o envolvimento na aplicação desenvolvida.

4.4.2.10 Editar Ficha de Saúde

Neste caso de uso, o utilizador pode editar os dados constituintes da sua ficha de saúde. No entanto, é apresentado um aviso lembrando que a alteração dos macronutrientes irá influenciar a eficácia da aplicação dado que todos os valores limites de macronutrientes serão afetados por esta mudança como está apresentado na Figura 4.38.

The figure consists of two side-by-side screenshots of a mobile application interface.

The left screenshot shows a screen titled 'Calories Left' with a progress bar and a value of 2450.0. A 'Disclaimer' dialog box is overlaid on the screen, containing the text: 'Changing your macronutrients values will automatically changing your daily calorie needs. Please, before you continue, make sure you know what are your macronutrient needs'. Below the text are 'NO' and 'YES' buttons. At the bottom of the screen are two buttons: 'FOOD' and 'PHYSICAL ACTIVITIES'.

The right screenshot shows a 'Health Profile' form. The fields and their values are:

- Weight(Kg): 80.0
- Height(cm): 184.0
- Maximum Tension measured: 100.0
- Minimum Tension measured: 88.0
- Daily Calories: 1191 KCAL
- Protein: 123
- Carbohydrates: 123
- Fat: 23

Figura 4.38 - Formulário de alteração da ficha de saúde.

Caso o utilizador queira mudar a sua ficha de saúde, o cálculo das calorias diárias deixa de ser realizado através da fórmula (2.1 e passa a ser calculado através da fórmula (4.1, tendo em conta a quantidade de macronutrientes que o utilizador pretende ingerir (Agriculture 2020b). Isto permite um maior controlo das suas necessidades calóricas diárias e dos seus macronutrientes.

$$\text{Calorias} = 4 * q. \text{ proteina} + 4 * q. \text{ carbohidratos} + 9 * q. \text{ gordura} \quad (4.1)$$

4.4.2.11 Gerar relatório diário

O presente caso de uso, permite ao utilizador gerar um documento, do tipo *PDF*, onde irá ser apresentada toda a atividade diária realizada nesse dia. O documento, apresentado na Figura 4.39, encontra-se organizado com um *header* onde se encontra o nome do paciente, o respetivo *email*, a data do dia em que foi gerado o *PDF* e 4 tabelas. A primeira tabela, é responsável pela apresentação de informação da última ficha de saúde do utilizador. A segunda tabela, é responsável pela apresentação da informação dos registos de alimentos feitos pelo utilizador nesse dia. É apresentada informação como a quantidade, respetivas calorias e a hora em que o alimento foi registado. A terceira tabela, tem como finalidade apresentar toda a atividade física realizada pelo utilizador e a respetiva informação como a duração da mesma e calorias queimadas.

Por último, a quarta tabela é responsável pela apresentação do histórico de medicamentos ingeridos pelo utilizador.

A criação deste documento, permite que seja mais fácil a interpretação das ações do utilizador em questão, podendo este perceber mais rapidamente quais os ajustes que deve realizar. Facilita, de igual modo, que um profissional de saúde avalie e possa auxiliar o utilizador a perceber quais as melhores abordagens para um melhor controlo da DM tipo 2 .

Joao Godinho | joaogodinho@gmail.com

DATE 10/30/2020

Medical Record

Description	Value
Height	184.0 cm
Weight	80.0 Kg
Lifestyle	Active
Calories Needed	2450.0
Protein Limit	300.0
Carbohydrates Limit	200.0
Fat Limite	50.0
Emotion Status	Sad

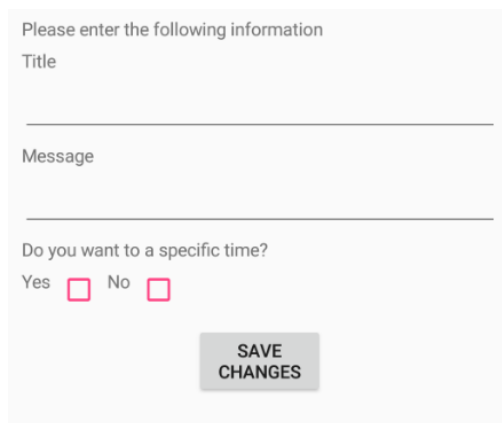
Food Ingested Record

Time	Name	Amount (grams)	Calories (Kcal)
10:55 PM	Bananas, raw	100.0	89.0
10:54 PM	Oat bran, raw	100.0	246.0
10:54 PM	Apples, raw, with skin	100.0	52.0

Figura 4.39 – Exemplo de um relatório diário gerado.

4.4.2.12 Gerir lembretes

Neste caso de uso, é possível o agendamento de lembretes para que sejam acionados num determinado momento (definido pelo utilizador). Este apenas tem que preencher os campos do formulário representados na Figura 4.40.



Please enter the following information

Title

Message

Do you want to a specific time?

Yes ☐ No ☐

SAVE CHANGES

Figura 4.40 - Formulário para criação de um lembrete

A cada inicio de sessão do utilizador é verificado se este contém lembretes a serem apresentados. A aceder através da *Dashboard*, o utilizador pode consultar sempre as suas notificações, tal como representado na Figura 4.41, permitindo criar ou eliminar alguma agendada.

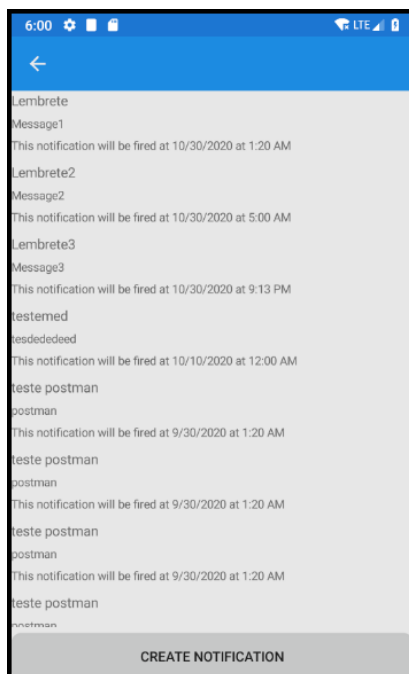


Figura 4.41 - Lista de lembretes agendados.

Caso o utilizador contenha lembretes que já foram acionados no próprio dia é apresentado, junto do seu ícone, a informação do número de lembretes acionados durante o dia como se encontra apresentado na Figura 4.42.



Figura 4.42 - Lembretes acionados durante o dia.

Embora o utilizador possa criar e eliminar lembretes já criados, foram implementados na aplicação lembretes programados de modo que o utilizador seja notificado para uma determinada ação que foi considerada essencial. Com o auxílio do *plugin Firebase*, foram programadas as seguintes notificações:

- Caso o utilizador não faça um registo a cada 3 horas, é acionada uma notificação para este registar um alimento¹³, apresentada na Figura 4.43;
- É acionada uma notificação todos os dias às 18h relembrando o utilizador que tem que beber pelo menos 1,5 L de água por dia;
- É acionada um lembrete todos os dias às 20h caso não haja detecção de atividade física realizada nesse mesmo dia.

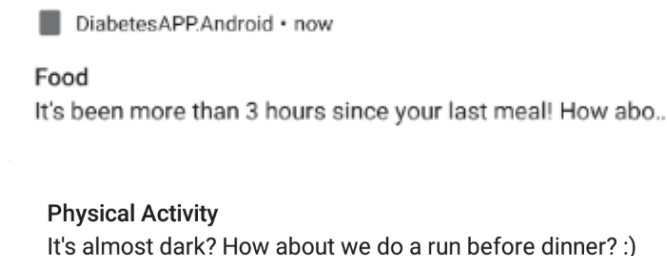
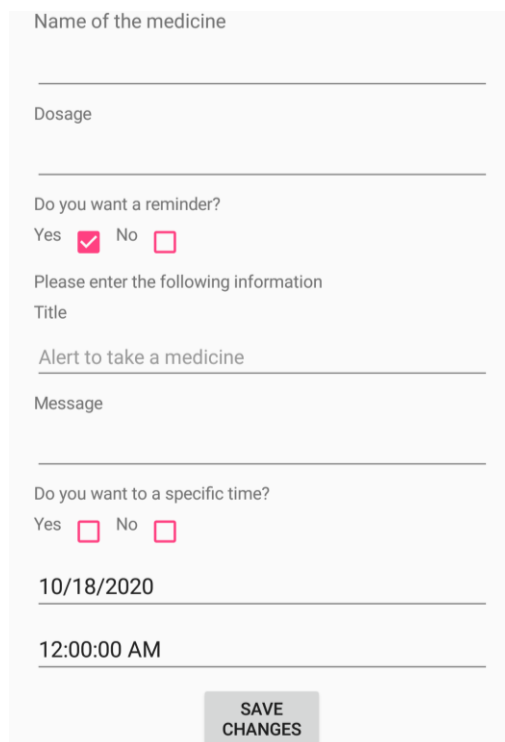


Figura 4.43 - Notificação programada para registar um alimento/realizar atividade física.

¹³ Funcionalidade desativada das 00h-07h, de modo a que o utilizador não receba notificações durante a noite

4.4.2.13 Gerir medicamentos

Neste caso de uso, é que o utilizador registe o medicamento que tenha consumido. Embora o impacto da toma de medicamentos, não seja sentido na aplicação móvel, irá ser inserido no registo diário que o utilizador consumiu um medicamento de modo a alertar o profissional de saúde. Caso deseje, é possível criar um lembrete automático para a toma do respetivo medicamento, como está representado na Figura 4.44.



Formulário de registo de um medicamento. O formulário contém os seguintes campos e opções:

- Nome do medicamento:
- Dosagem:
- Do you want a reminder?
Yes ☒ No ☐
- Please enter the following information
Title:
- Alert to take a medicine:
- Message:
- Do you want to a specific time?
Yes ☐ No ☐
- Data:
- Time:
- Botão: SAVE CHANGES

Figura 4.44 - Formulário de registo de um medicamento.

4.4.2.14 Consulta de dicas e receitas

Por último, neste caso de uso, o utilizador consultar diversas dicas e receitas que o permitem auxiliar no controlo a DM tipo 2 . O objetivo desta funcionalidade, passa por auxiliar o utilizador na criação de um guia nutricional em como adotar uma alimentação saudável. Na Figura 4.45 encontra-se apresentada uma lista de dicas ao utilizador.

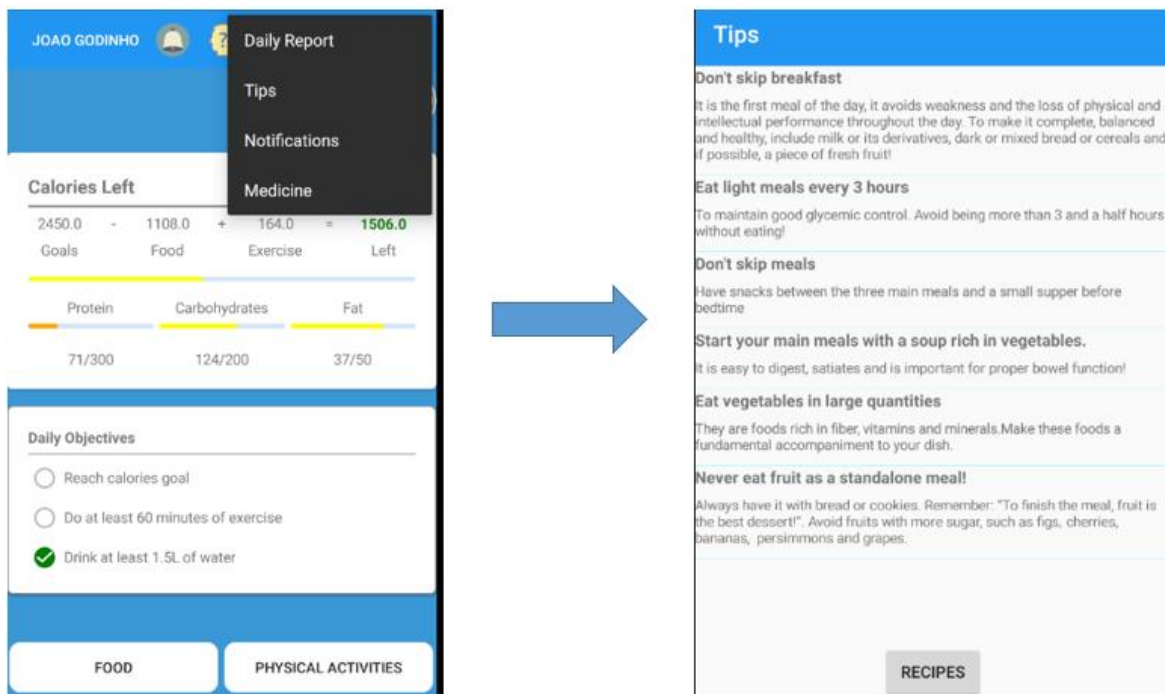


Figura 4.45 - Dicas apresentadas ao utilizador.

Caso o utilizador deseje, é ainda possível a apresentação de receitas, conforme o tipo de refeição desejada. Este pode consultar receitas para os tipos de refeição “Breakfast”, “Dinner”, “Lunch” e “Snack”. Caso haja uma receita que esteja interessado em realizar, este pode clicar na mesma, sendo redirecionado para uma página Web responsável pela descrição da realização da mesma. Na Figura 4.46, encontra-se representado um exemplo de apresentação de receitas do tipo “Breakfast”, assim como a página responsável pela descrição.

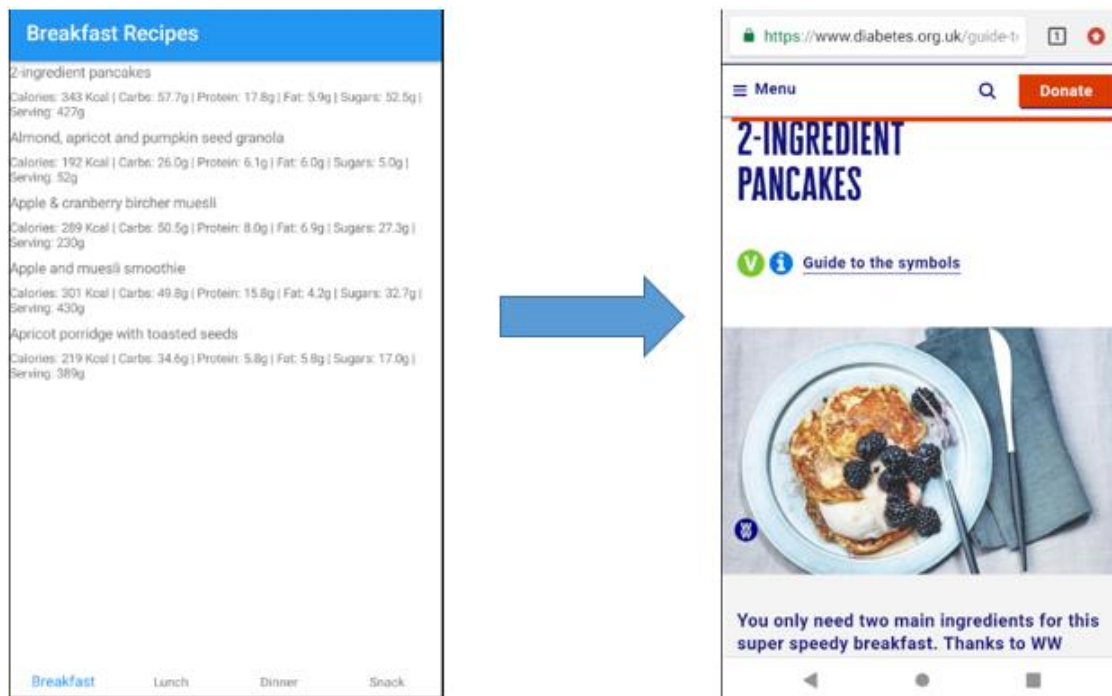


Figura 4.46 – Lista de receitas para a refeição do tipo “Breakfast”.

4.5 Testes de *software*

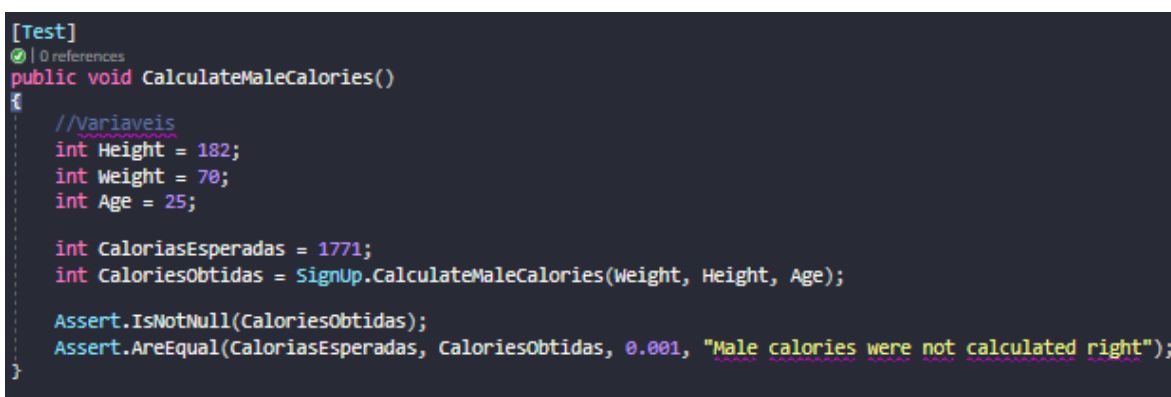
Com a finalidade de garantir o bom funcionamento e eficácia da solução implementada, ao longo do seu desenvolvimento foram realizados testes de *software*.

4.5.1 Testes Unitários

De modo a validar o correto funcionamento dos pequenos módulos presentes na aplicação, foram realizados testes unitários aos métodos das classes desenvolvidas, analisando o seu retorno.

Para a criação e realização destes testes, recorreu-se à estrutura *Nunit*, onde foram simulados os objetos. Dito isto, foram alvo de testes os métodos de cálculos de limites nutricionais quando é realizada a ficha de saúde do doente. Foram realizados dez testes unitários a dez métodos de cálculo diferentes.

A Figura 4.47 e a Tabela 4.2 apresentam uma breve descrição de um dos testes unitários realizados, neste caso ao método *CalculateMaleCalories*, responsável pelo cálculo de calorias diárias recomendadas para um indivíduo do sexo masculino.



```
[Test]
0 references
public void CalculateMaleCalories()
{
    //Variaveis
    int Height = 182;
    int Weight = 70;
    int Age = 25;

    int CaloriasEsperadas = 1771;
    int CaloriasObtidas = SignUp.CalculateMaleCalories(Weight, Height, Age);

    Assert.IsNotNull(CaloriasObtidas);
    Assert.AreEqual(CaloriasEsperadas, CaloriasObtidas, 0.001, "Male calories were not calculated right");
}
```

Figura 4.47 – Demonstração de um teste unitário realizado ao método *CalculateMaleCalories*.

Tabela 4.2 - Resumo do teste unitário ao método *CalculateMaleCalories*

Testes de Integração nº 1

Nome	<i>CalculateMaleCalories</i>
Descrição	Teste para verificar o correto funcionamento do método responsável pelo cálculo das calorias diárias de um indivíduo do sexo masculino.
Resultado	Passou

A Figura 4.48 e a Tabela 4.3 apresentam uma breve descrição de um dos testes unitários realizados, neste caso ao método *CalculateFemaleCalories*, responsável pelo cálculo de calorias diárias recomendadas para um indivíduo do sexo feminino.

```
[Test]
0 references
public void CalculateFemaleCalories()
{
    //Variaveis
    int Height = 182;
    int Weight = 70;
    int Age = 25;

    int CaloriasEsperadas = 1544;
    int CaloriasObtidas = SignUp.CalculateFemaleCalories(Weight, Height, Age);

    Assert.IsNotNull(CaloriasObtidas);
    Assert.AreEqual(CaloriasEsperadas, CaloriasObtidas, 0.001, "Female calories were not calculated right");
}
```

Figura 4.48 - Demonstração de um teste unitário realizado ao método *CalculateFemaleCalories*.

Tabela 4.3- Resumo do teste unitário ao método *CalculateFemaleCalories*

Testes de Integração nº2

Nome	<i>CalculateFemaleCalories</i>
Descrição	Teste para verificar o correto funcionamento do método responsável pelo cálculo das calorias diárias de um indivíduo do sexo feminino.
Resultado	Passou

A Figura 4.49 e a Tabela 4.4 apresentam uma breve descrição de um dos testes unitários realizados, neste caso ao método *CalculateDailyCarbohydrates*, responsável pelo cálculo de quantidade diária de hidratos de carbono, recomendada para um indivíduo.

```
[Test]
0 references
public void CalculateDailyCarbohydrates()
{
    double CarbohydratesObtidas = 250.0;
    double CarbohydratesEsperadas = Convert.ToDouble(SignUp.CalculateDailyCarbohydrates(2000));

    Assert.IsNotNull(CarbohydratesEsperadas);
    Assert.AreEqual(CarbohydratesObtidas, CarbohydratesEsperadas, 0.001, "Carbohydrates were not calculated right");
}
```

Figura 4.49- Demonstração de um teste unitário realizado ao método *CalculateDailyCarbohydrates*.

Tabela 4.4- Resumo do teste unitário ao método *CalculateDailyCarbohydrates*

Testes de Integração nº3

Nome	<i>CalculateDailyCarbohydrates</i>
Descrição	Teste para verificar o correto funcionamento do método responsável pelo cálculo da

	quantidade diária de hidratos de carbono.
Resultado	Passou

A Figura 4.50 e a Tabela 4.5 apresentam uma breve descrição de um dos testes unitários realizados, neste caso ao método *CalculateDailyProtein*, quantidade de proteína diária recomendada para um indivíduo.

```
[Test]
0 references
public void CalculateDailyProtein()
{
    double ProteinObtidas = 100;
    double ProteinEsperadas = Convert.ToDouble(SignUp.CalculateDailyProteins(2000));

    Assert.IsNotNull(ProteinEsperadas);
    Assert.AreEqual(ProteinObtidas, ProteinEsperadas, 0.001, "Protein were not calculated right");
}
```

Figura 4.50- Demonstração de um teste unitário realizado ao método *CalculateDailyProtein*.

Tabela 4.5- Resumo do teste unitário ao método *CalculateDailyProtein*

Testes de Integração nº4

Nome	<i>CalculateDailyProtein</i>
Descrição	Teste para verificar o correto funcionamento do método responsável pelo cálculo da quantidade diária de proteína.
Resultado	Passou

A Figura 4.51 e a Tabela 4.6 apresentam uma breve descrição de um dos testes unitários realizados, neste caso ao método *CalculateDailyFat*, responsável pelo cálculo da quantidade diária de gordura recomendada para um indivíduo.

```
[Test]
0 references
public void CalculateDailyFat()
{
    double FatObtidas = 66.65999;
    double FatEsperadas = Convert.ToDouble(SignUp.CalculateDailyFat(2000));

    Assert.IsNotNull(FatEsperadas);
    Assert.AreEqual(FatObtidas, FatEsperadas, 0.1, "Fat were not calculated right");
}
```

Figura 4.51- Demonstração de um teste unitário realizado ao método *CalculateDailyFat*.

Tabela 4.6- Resumo do teste unitário ao método *CalculateDailyFat*

Testes de Integração nº5

Nome	<i>CalculateDailyFat</i>
Descrição	Teste para verificar o correto funcionamento do método responsável pelo cálculo da

	quantidade diária de gordura.
Resultado	Passou

A Figura 4.52 e a Tabela 4.7 apresentam uma breve descrição de um dos testes unitários realizados, neste caso ao método *CalculateDailyAGPI*, responsável pelo cálculo da quantidade diária de ácidos gordos polinsaturados recomendada para um indivíduo.

```
[Test]
0 references
public void CalculateDailyAGPI()
{
    double AGPIObtidas = 22.222;
    double AGPIEsperadas = Convert.ToDouble(SignUp.CalculateDailyAGPI(2000));

    Assert.IsNotNull(AGPIEsperadas);
    Assert.AreEqual(AGPIObtidas, AGPIEsperadas, 0.1, "AGPI were not calculated right");
}
```

Figura 4.52- Demonstração de um teste unitário realizado ao método *CalculateDailyAGPI*.

Tabela 4.7 - Resumo do teste unitário ao método *CalculateDailyAGPI*

Testes de Integração nº6

Nome	<i>CalculateDailyAGPI</i>
Descrição	Teste para verificar o correto funcionamento do método responsável pelo cálculo da quantidade diária de ácidos gordos polinsaturados.
Resultado	Passou

A Figura 4.53 e a Tabela 4.8 apresentam uma breve descrição de um dos testes unitários realizados, neste caso ao método *CalculateDailyAGS*, responsável pelo cálculo da quantidade diária de ácidos gordos saturados recomendada para um indivíduo.

```
[Test]
0 references
public void CalculateDailyAGS()
{
    double AGSObtidas = 15.555;
    double AGSEesperadas = Convert.ToDouble(SignUp.CalculateDailyAGS(2000));

    Assert.IsNotNull(AGSEesperadas);
    Assert.AreEqual(AGSObtidas, AGSEesperadas, 0.1, "AGS were not calculated right");
}
```

Figura 4.53- Demonstração de um teste unitário realizado ao método *CalculateDailyAGS*.

Tabela 4.8- Resumo do teste unitário ao método *CalculateDailyAGS*

Testes de Integração nº7

Nome	<i>CalculateDailyAGS</i>
Descrição	Teste para verificar o correto funcionamento do método responsável pelo cálculo da quantidade diária de ácidos gordos saturados.
Resultado	Passou

A Figura 4.54 e a Tabela 4.9 apresentam uma breve descrição de um dos testes unitários realizados, neste caso ao método *CalculateDailySucrose*, responsável pelo cálculo da quantidade diária de sacarose recomendada para um indivíduo.

```
[Test]
0 references
public void CalculateDailySucrose()
{
    double SucroseObtidas = 153.84615384615384;
    double SucroseEsperadas = Convert.ToDouble(SignUp.CalculateDailySucrose(2000));

    Assert.IsNotNull(SucroseEsperadas);
    Assert.AreEqual(SucroseObtidas, SucroseEsperadas, 0.001, "DailySucrose were not calculated right");
}
```

Figura 4.54 - Demonstração de um teste unitário realizado ao método *CalculateDailySucrose*.

Tabela 4.9- Resumo do teste unitário ao método *CalculateDailySucrose*

Testes de Integração nº8

Nome	<i>CalculateDailySucrose</i>
Descrição	Teste para verificar o correto funcionamento do método responsável pelo cálculo da quantidade diária de sacarose.
Resultado	Passou

A Figura 4.55 e a Tabela 4.10 apresentam uma breve descrição de um dos testes unitários realizados, neste caso ao método *CalculateDailySugarMale*, responsável pelo cálculo de quantidade diária de açúcar recomendada para um indivíduo do sexo masculino.

```
[Test]
0 references
public void CalculateDailySugarMale()
{
    double SugarObtidas = 37.5;
    double SugarEsperadas = Convert.ToDouble(SignUp.CalculateDailySugar("M"));

    Assert.IsNotNull(SugarEsperadas);
    Assert.AreEqual(SugarObtidas, SugarEsperadas, 0.001, "DailySugar for male were not calculated right");
}
```

Figura 4.55- Demonstração de um teste unitário realizado ao método *CalculateDailySugarMale*

Tabela 4.10- Resumo do teste unitário ao método *CalculateDailySugarMale*.

Testes de Integração nº9

Nome	<i>CalculateDailySugarMale</i>
Descrição	Teste para verificar o correto funcionamento do método responsável pelo cálculo da quantidade diária de açúcar de um indivíduo do sexo masculino.
Resultado	Passou

```
[Test]
0 references
public void CalculateDailySugarFemale()
{
    double SugarObtidas = 25;
    double SugarEsperadas = Convert.ToDouble(SignUp.CalculateDailySugar("F"));

    Assert.IsNotNull(SugarEsperadas);
    Assert.AreEqual(SugarObtidas, SugarEsperadas, 0.001, "DailySugar for female were not calculated right");
}
```

Tabela 4.11- Resumo do teste unitário ao método CalculateDailySugarFemale

Nome	<i>CalculateDailySugarFemale</i>
Descrição	Teste para verificar o correto funcionamento do método responsável pelo cálculo da quantidade diária de açúcar de um indivíduo do sexo feminino.
Resultado	Passou

The screenshot shows the Test Explorer in Visual Studio. At the top, there are icons for running tests: a green play button, a green play button with a checkmark, a red stop button with an 'X', and a red stop button with a checkmark. Below these icons, the test results are displayed in a table with columns: Test, Duration, Traits, and Error Message. The test 'DiabetesTests' is expanded, showing its sub-items: 'DiabetesTests (10)', 'Tests (10)', and a list of 10 individual tests, all of which passed. To the right of the table, a 'Group Summary' for 'DiabetesTests' is shown, indicating 'Tests in group: 10' and 'Total Duration: 37 ms'. Below the summary, the 'Outcomes' section shows '10 Passed'.

Test	Duration	Traits	Error Message
DiabetesTests (10)	37 ms		
DiabetesTests (10)	37 ms		
Tests (10)	37 ms		
CalculateDailyAGPI	35 ms		
CalculateDailyAGS	< 1 ms		
CalculateDailyCarbohydrates	1 ms		
CalculateDailyFat	1 ms		
CalculateDailyProtein	< 1 ms		
CalculateDailySucrose	< 1 ms		
CalculateDailySugarFemale	< 1 ms		
CalculateDailySugarMale	< 1 ms		
CalculateFemaleCalories	< 1 ms		
CalculateMaleCalories	< 1 ms		

Group Summary

DiabetesTests

Tests in group: 10

Total Duration: 37 ms

Outcomes

10 Passed

76

4.5.2 Testes de Integração

A realização de testes de integração teve como finalidade principal encontrar falhas de integração entre a aplicação servidora e a BD. Desse modo, foi então necessário simular todos os serviços implementados usando o *Postman*, tal como se encontra apresentado na Figura 4.58. Esta ferramenta, permite que com código *Javascript* seja possível realizar testes a todos *endpoints* desenvolvidos ao longo desta dissertação. Dito isto, para aprovar o comportamento do *endpoint*, teve-se em conta as seguintes condições:

- O código de resposta ser “200 OK”, código que indica que o pedido foi realizado com sucesso. Esta verificação foi realizada em todos os *endpoints*;
- O tempo de resposta ser menor que 200ms, garantindo que o sistema responde adequadamente e a um tempo considerável. Também este tipo de verificação foi realizada em todos os *endpoints*;
- O corpo de resposta corresponde ao parâmetro de envio, isto é, se efetuarmos um teste nos *endpoints* do tipo *GET* com um parâmetro de ID, o corpo de resposta corresponde às informações do campo em questão.

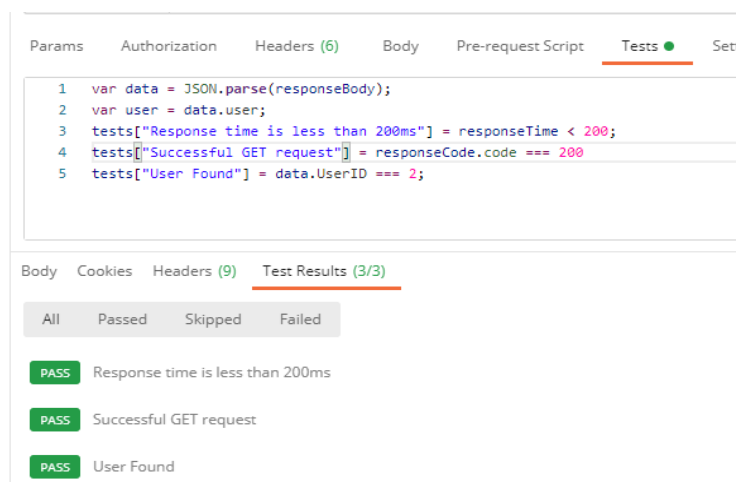


Figura 4.58 - Exemplo de um teste efetuado no Postman.

De modo a validar o correto funcionamento de todos os *endpoints* desenvolvidos, foram realizados testes de integração. As verificações exigidas para a obtenção de um resultado positivo no teste variou conforme a finalidade do *endpoint*. Conforme foi dito anteriormente, foi verificado em todos os *endpoints* se o código de resposta ao pedido foi “200 OK” e se o tempo da mesma foi

menor que 200ms pelo que assim. Para os métodos do tipo *Post* e *Put*, em específico, foi estabelecido que o *endpoint* deveria fornecer uma resposta em formato *Json*. Dito isto, estes não serão especificados aquando da descrição da realização dos testes unitários.

Na Figura 4.59 encontra-se representado o teste de integração realizado ao *endpoint* relativo aos alimentos. Para este *endpoint* foi testado se os métodos *GET* devolviam resultados e no caso de enviarmos um parâmetro específico (como o nome de um alimento ou id) devolviam o resultado esperado.

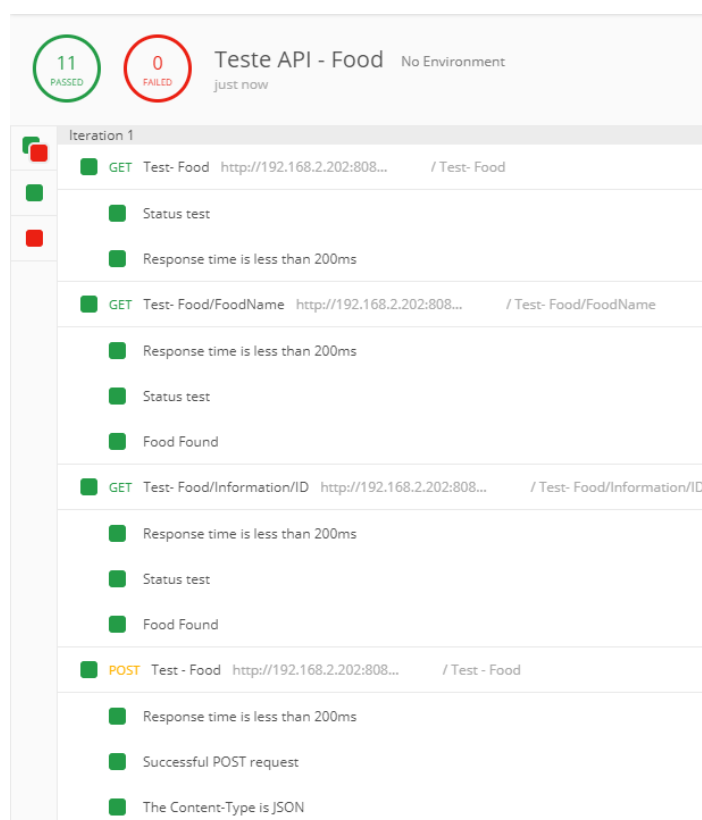


Figura 4.59 - Teste de integração do endpoint relativo a Food e respectivo resultado.

Para o *endpoint* relativo a toda informação do utilizador (*User*) foi testado se os métodos *GET* devolviam resultados e no caso de parâmetros específicos devolviam o utilizador esperado. Na Figura 4.60 encontra-se o resultado do teste realizado.

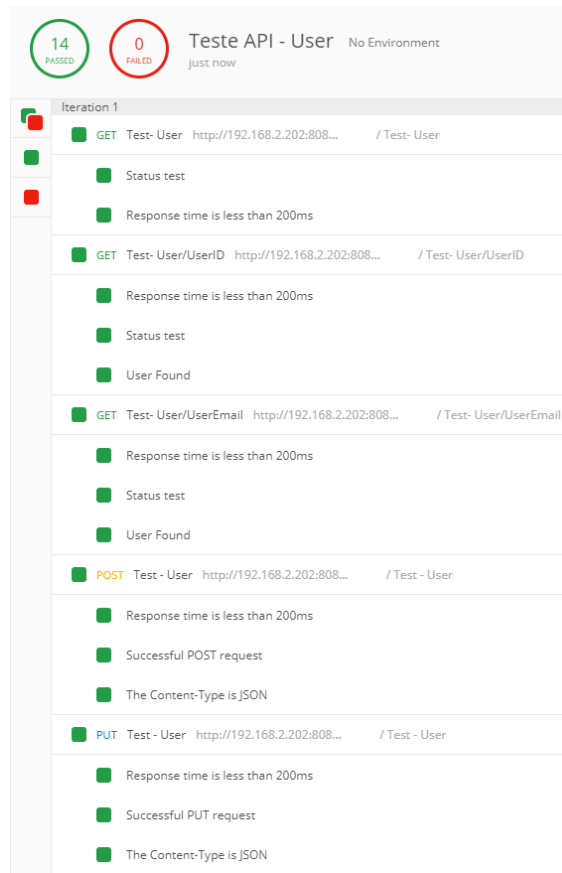


Figura 4.60 - Resultado dos testes de interação para o endpoint User.

De seguida, foi testado o *endpoint (Token)* chamado após a criação de um utilizador de modo a criar um *Token*. Para este *endpoint* foi testado, seguindo a mesma lógica dos testes de integração dos *endpoints* previamente descritos. Na Figura 4.61 encontra-se o resultado do teste realizado.

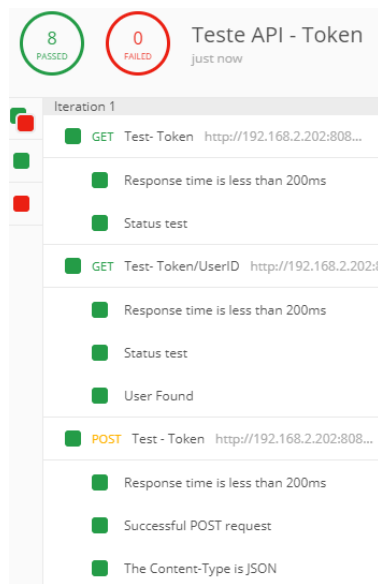


Figura 4.61 - Resultado dos testes de integração do endpoint Token.

De seguida, foi testado o *endpoint* relativo à criação e obtenção de ficha de saúde do paciente (*MedicalRecord*). Dito isto, este foi testado seguindo a mesma lógica dos testes de integração dos *endpoints* previamente descritos. Na Figura 4.62 encontra-se o resultado do teste realizado.

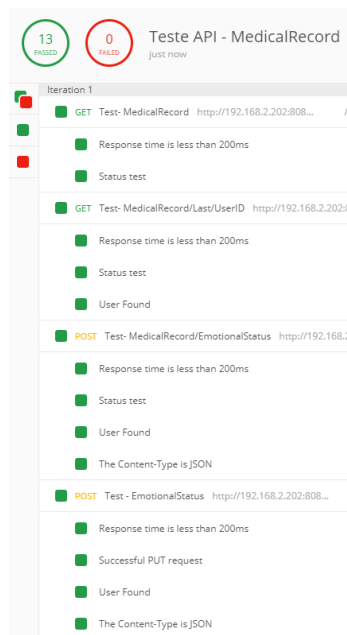


Figura 4.62 - Resultado dos testes de integração do endpoint MedicalRecord.

O *endpoint* seguinte a ser testado foi o relativo à componente de gamificação implementada (*Gamification*). Para os métodos *GET*, *Post* e *Put* foi utilizada a mesma lógica dos testes de integração dos *endpoints* previamente descritos.

Na Figura 4.63 encontra-se representado os resultados obtidos para este *endpoint* em específico.

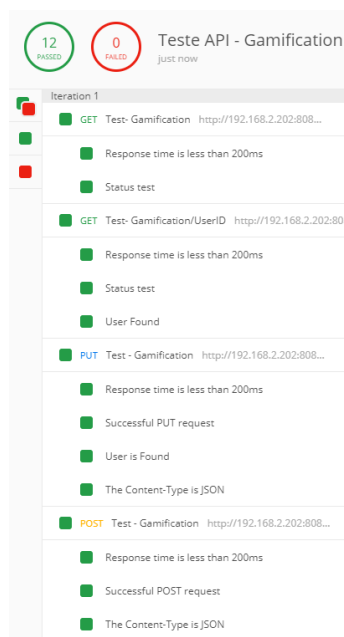


Figura 4.63 - Resultado dos testes de integração realizados para o *endpoint* Gamification.

Para o *endpoint* relativo à informação do histórico de alimentos ingeridos realizados pelo utilizador (*UserHasFood*) para os métodos *GET* e *Post* foi utilizada a mesma lógica dos testes de integração dos *endpoints* previamente descritos. Para o método *Delete* foi verificado se o mesmo retornava o código de sucesso. Na Figura 4.64 encontra-se representado os resultados obtidos para este *endpoint* em específico.

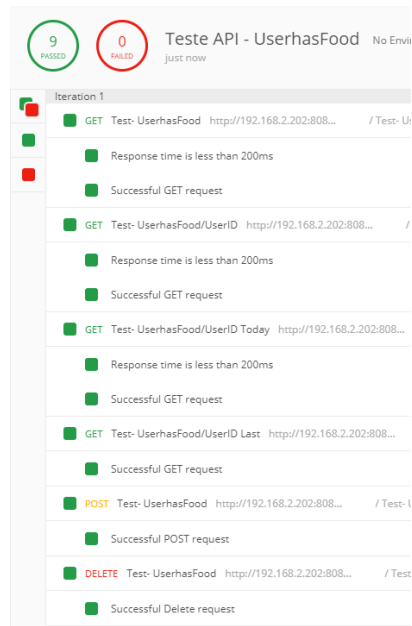


Figura 4.64 - Resultado dos testes de integração do endpoint UserHasFood.

Para o *endpoint* relativo à informação das atividades físicas existentes na BD (*PhysicalActivity*) foi testado para os métodos *GET*, seguindo a mesma lógica dos testes de integração dos *endpoints* previamente descritos. Dado que este *endpoint* não apresenta mais nenhum método, na Figura 4.65 encontra-se o resultado dos testes realizados.

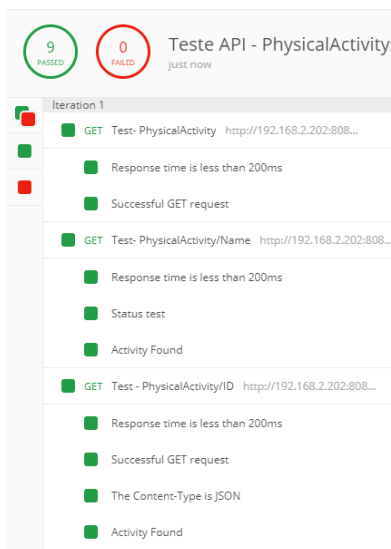


Figura 4.65 - Resultado para os testes de integração do endpoint PhysicalActivity.

Para o *endpoint* relativo à informação do histórico de atividades físicas realizadas pelo utilizador (*UserHasPhysicalActivity*) para os métodos *GET*, foi utilizada a mesma lógica dos testes de integração dos *endpoints* previamente descritos. No entanto, foi apenas verificado se no método *GET* do *endpoint* “...api/UserHasPhysicalActivity/Calories/id=2” as calorias queimadas eram retornadas corretamente. Para o método *Post* foi utilizada a mesma lógica de testes, relativo a este tipo. Por último, no método *Delete* foi verificado se este retornava o código de sucesso. Na Figura 4.66 encontra-se representado os resultados obtidos para este *endpoint* em específico.

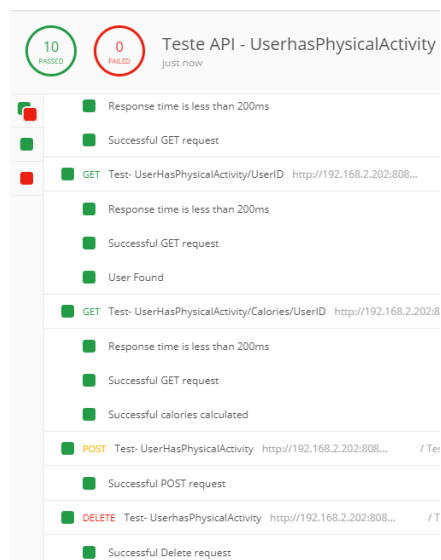


Figura 4.66 - Resultados obtidos para os testes de integração relativos ao *endpoint* *UserHasPhysicalActivity*

De seguida foi validado o *endpoint* relativo à classificação de alimentos realizadas pelo utilizador (*Classification*). Para os métodos *GET* e *Post* foi utilizada a mesma lógica dos testes de integração dos *endpoints* previamente descritos. Na Figura 4.67 encontra-se representado os resultados obtidos para este *endpoint* em específico.

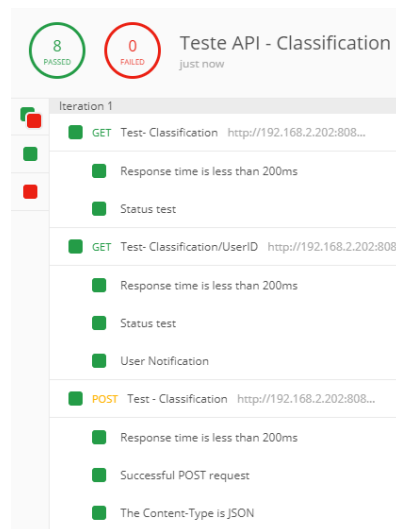


Figura 4.67 - Resultado dos testes de integração relativos ao endpoint Classification.

De seguida, foi testado o *endpoint* relativo à componente de refeições (*Meal*). Para os métodos *GET*, foi utilizada a mesma lógica dos testes de integração dos *endpoints* previamente descritos. Na Figura 4.68 encontra-se representado os resultados obtidos.

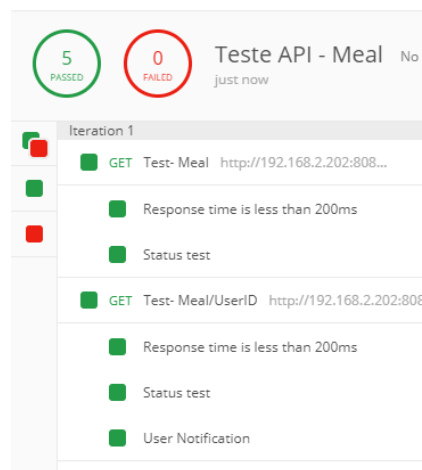


Figura 4.68 - Resultado dos testes de integração realizados para o endpoint Meal.

Para o *endpoint* relativo à criação e obtenção de lembretes (*Notifications*) foram realizados os seguintes testes: para os métodos *GET* e *Post* foi utilizada a mesma lógica dos testes de integração dos *endpoints* previamente descritos. Por último, para o método *Delete* foi apenas verificado se o código de resposta ao método era o de sucesso. Na Figura 4.69 encontra-se representado os resultados obtidos para este *endpoint*.

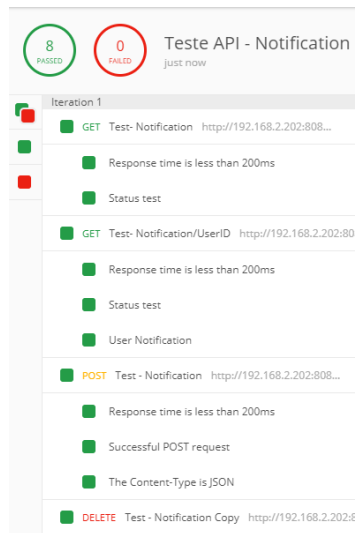


Figura 4.69- Resultado dos testes de integração realizados para o endpoint Notification.

Por último, foi testado o *endpoint* relativo à criação e obtenção de medicamentos (*Medicine*) assim como a consulta do histórico dos medicamentos tomados pelo utilizador (*UserHasMedicine*). Dito isto, para os métodos *GET* e *Post* foi utilizada a mesma lógica dos testes de integração dos *endpoints* previamente descritos. Na Figura 4.70 encontram-se representados os resultados obtidos para este *endpoint*.

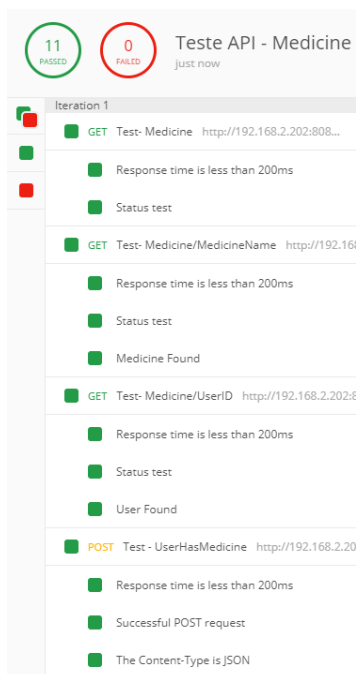


Figura 4.70 - Resultado dos testes de integração realizados para o endpoint Medicine/UserHasMedicine.

Neste âmbito, foram também realizados testes de modo a verificar a aceitação de cada funcionalidade descrita na aplicação, mencionadas na secção 4.4.2.

Estes testes foram realizados para cada área do sistema, onde foram estabelecidos vários critérios para a sua aceitação que serão descritos nas tabelas abaixo, com a apresentação dos resultados obtidos em cada funcionalidade.

Tabela 4.12 - Teste à funcionalidade de autenticação de utilizador

Testes de Aceitação nº1 – Login

<i>Descrição</i>	Um utilizador não autenticado, que apresenta conta no sistema, pretende iniciar sessão na aplicação.
<i>Resultado esperado</i>	O utilizador não autenticado inicia sessão com sucesso.
<i>Resultado obtido</i>	Passou

Tabela 4.13 - Teste à funcionalidade relativa ao registo do utilizador

Testes de Aceitação Nº2 – Registo

<i>Descrição</i>	Um utilizador não autenticado, que não apresenta conta no sistema, pretende registar-se na aplicação.
<i>Resultado esperado</i>	O utilizador não autenticado regista-se na aplicação com sucesso. <i>Email</i> enviado com os dados do utilizador. Ficha de saúde criada. Registadas as classificações feitas pelo utilizador. Criado o seu perfil de gamificação Token gerado.
<i>Resultado obtido</i>	Passou

Tabela 4.14 - Teste à funcionalidade relativa à alteração da palavra-passe

Testes de Aceitação Nº3 – Alteração de Palavra-passe

<i>Descrição</i>	Um utilizador não autenticado, caso possua uma conta mas se tenha esquecido da palavra-passe, poderá recuperá-la através das informações enviadas por email após seu registo inicial.
<i>Resultado esperado</i>	O utilizador não autenticado preenche informação relativo ao seu <i>email</i> e respetivo <i>token</i> . Escolhe uma nova palavra-passe. <i>Email</i> enviado ao utilizador a informar da mudança da palavra-passe.
<i>Resultado obtido</i>	Passou

Tabela 4.15 - Teste à funcionalidade de registo de um alimento

Testes de Aceitação Nº4 – Registo alimento

Descrição	Um utilizador autenticado, pretende registar um alimento.
Resultado esperado	O utilizador autenticado regista um alimento com sucesso. Alimento inserido no histórico de refeições do utilizador. Visualização gráfica no <i>Dashboard</i> das calorias ingeridas. Classificação do alimento caso não tenha sido feita. Consulta do Histórico de alimentos registados. Consulta de gráfico de calorias ingeridas na última semana. Utilizador recebe 10 pontos pelo registo do alimento.
Resultado obtido	Passou

Tabela 4.16 - Teste à funcionalidade de gerar recomendações

Testes de Aceitação Nº5 – Gerar Recomendações

Descrição	Um utilizador autenticado, pretende gerar uma recomendação para registar um alimento.
Resultado esperado	É apresentado ao utilizador os diversos tipos de refeição disponíveis. O sistema apresenta uma recomendação/várias recomendações e permite ao utilizador o posterior registo com sucesso.
Resultado Obtido	Passou

Tabela 4.17- Teste à funcionalidade de consulta do histórico de alimentos

Testes de Aceitação Nº6 – Gestão de registos de alimentos

Descrição	Um utilizador autenticado, pretende consultar o histórico dos alimentos que ingeriu no dia e pode eliminar um registo.
Resultado esperado	O utilizador autenticado consulta o histórico e eliminar com sucesso um registo.
Resultado Obtido	Passou

Tabela 4.18 - Teste à funcionalidade de registo de um estado emocional

Testes de Aceitação Nº7– Registo Estado emocional

Descrição	Um utilizador autenticado, pretende registar o seu estado emocional.
Resultado esperado	Acesso aos três tipos de estado emocional: “Happy”, “Ok”, “Sad” Criação de uma nova ficha de saúde Utilizador recebe 10 pontos Redireciona para a página de <i>chat</i> com profissional de saúde caso seja selecionada a opção “Sad”
Resultado Obtido	Passou

Tabela 4.19 - Teste à funcionalidade de gerir uma atividade física

Testes de Aceitação Nº8 – Gerir atividade física

Descrição	Um utilizador autenticado, pretende registar uma atividade física que tenha realizado.
Resultado esperado	O utilizador autenticado regista a atividade física com sucesso. É calculado automaticamente o número de calorias queimadas na atividade. Visualização gráfica no <i>Dashboard</i> das calorias queimadas. São adicionadas as calorias queimadas às que faltam restantes que faltam ingerir. O utilizador recebe 10 pontos após o registo da atividade física. Consulta do histórico de atividade física realizada. O utilizador elimina uma atividade física. Calorias que foram queimadas subtraem, dado que a atividade realizada foi eliminada, às que faltam ingerir.
Resultado Obtido	Passou

Tabela 4.20- Teste de aceitação a funcionalidade de gerir recompensas

Testes de Aceitação Nº9– Gerir Recompensas

Descrição	Um utilizador autenticado, pretende consultar a sua recompensa.
Resultado esperado	É apresentado ao utilizador uma barra de progressos indicando qual a próxima meta a alcançar. É apresentado ao utilizador um código de desconto com base no seu nível.
Resultado Obtido	Passou

Tabela 4.21- Teste de aceitação a funcionalidade de editar ficha de saúde

Testes de Aceitação Nº10 – Editar Ficha de Saúde

Descrição	Um utilizador autenticado, pretende editar a sua ficha de saúde, alterando as suas necessidades calóricas diárias.
Resultado esperado	O utilizador autenticado edita a sua ficha de saúde com sucesso. É calculado automaticamente as calorias diárias do utilizador e respetivos macronutrientes.
Resultado Obtido	Passou

Tabela 4.22 - Teste de aceitação a funcionalidade de gerar relatórios

Testes de Aceitação Nº11 – Gerar Relatórios

Descrição	Um utilizador autenticado, pretende gerar um relatório diário de toda a sua rotina.
Resultado esperado	O relatório é gerado com sucesso.

	É apresentada toda a informação relativa à rotina do mesmo.
<i>Resultado Obtido</i>	Passou

Tabela 4.23 - Teste de aceitação a funcionalidade de gerir lembretes

Testes de Aceitação Nº12 – Gestão de Lembretes

<i>Descrição</i>	Um utilizador autenticado pretende gerir os seus lembretes.
<i>Resultado esperado</i>	É apresentada uma lista de lembretes que irão ser acionados ao utilizador. O utilizador pode inserir/remover lembrete.
<i>Resultado Obtido</i>	Passou

Tabela 4.24 - Teste de aceitação a funcionalidade de gerir medicamentos

Testes de Aceitação Nº13– Registar toma de Medicamentos

<i>Descrição</i>	Um utilizador autenticado, pretende registar uma toma de um medicamento.
<i>Resultado esperado</i>	O utilizador autenticado regista a toma de um medicamento com sucesso. Caso pretenda, é criada uma notificação para o relembrar de tomar o medicamento.
<i>Resultado Obtido</i>	Passou

Tabela 4.25 - Testes de aceitação a funcionalidade de consulta de dicas e receitas

Testes de Aceitação Nº14 – Consulta de dicas e receitas

<i>Descrição</i>	Um utilizador autenticado, pretende consultar dicas para um melhor controlo da DM tipo 2 e receitas para implementar na sua rotina diária.
<i>Resultado esperado</i>	É apresentada uma lista de dicas ao utilizador. É apresentada uma lista de receitas ao utilizador com base no tipo de refeição que este escolheu. Caso escolha uma receita, é redirecionado para a página da própria receita contendo informações adicionais acerca da sua preparação.
<i>Resultado Obtido</i>	Passou

Capítulo 5

Conclusões

Este capítulo apresenta as conclusões atingidas nesta dissertação. Primeiramente será realizado uma apreciação do trabalho desenvolvido e quais os objetivos que foram concretizados. Será também referido o artigo científico resultante desta dissertação que foi publicado. Por último, serão referidas as limitações da proposta atual e as ideias a desenvolver em trabalhos futuros.

5.1 Síntese e conclusões do trabalho

A elaboração da presente dissertação teve como principal objetivo o estudo e desenvolvimento de um protótipo da aplicação móvel *DiabetesAPP*, destinada a auxiliar os doentes portadores de DM tipo 2 a controlarem a doença através do registo diário da sua alimentação e da atividade física exercida.

Assim sendo, numa primeira fase, foi contextualizado o tema do projeto, referindo qual a importância da evolução da tecnologia na saúde (*mHealth*), a importância da implementação da gamificação num contexto empresarial e uma breve explicação da finalidade de um SR neste contexto.

De seguida, foi realizado um estudo sobre a relação da DM tipo 2 e a saúde. Foi analisada qual a importância da nutrição, da atividade física e da saúde mental no controlo da doença. Com base nisso, conclui-se que a nutrição é o parâmetro mais importante dado que muitos alimentos possuem nutrientes benéficos à saúde, influenciando de forma positiva os restantes parâmetros. Dito isto, é de extrema importância consciencializar o doente sobre a necessidade de mudança de comportamento, principalmente incentivando-o ao consumo de alimentos saudáveis rotineiramente. Após isto, foi produzido um estudo sobre as aplicações de suporte aos pacientes portadores de DM tipo 2 existentes no mercado, de modo a ter referência de quais as funcionalidades de cada uma e respetivas lacunas.

Após o fim da fase de investigação, foi então dado início ao processo de *design* da solução, neste foram identificados todos os requisitos do sistema a serem implementados, e também, a realização da arquitetura da aplicação, sendo decidido que o sistema, na totalidade, iria conter 4 componentes diferentes: a *DiabetesAPP*, a aplicação servidora *DiabetesAPIGateway*, a BD

DiabetesDatabase e o SR já desenvolvido e pronto a ser utilizado.

Para isso, primeiramente, foi feito um estudo de modo a encontrar uma BD de alimentos o mais completa possível, que contivesse todos os macronutrientes necessários para o desenvolvimento do projeto. Concluindo este estudo, foram realizadas as funcionalidades gerais da aplicação como o registo do utilizador e respetivo *login*, criação de ficha de saúde, registo de um alimento manualmente ou por câmara e registo da atividade física.

Posto isto, e mediante o *feedback* obtido do registo de alimentos com os limites nutricionais do utente estabelecidos, foram implementadas as restantes funcionalidades, ligadas à recomendação de alimentos através do SR utilizado, à componente da gamificação, registo do estado emocional, criação do relatório diário, entre outras.

Por fim, após o desenvolvimento de todas as funcionalidades, foi necessário testar a aplicação desenvolvida. O resultado obtido face à realização de testes unitários, de integração e de aceitação permitiu concluir que o sistema foi bem desenvolvido.

Como já foi referido anteriormente, o principal objetivo deste projeto relacionou-se com o desenvolvimento de uma aplicação móvel com o propósito de facilitar o dia a dia de um paciente. De seguida, na Tabela 5.1 estará representado com mais detalhe os objetivos relacionados com a aplicação desenvolvida e quais os objetivos que foram alcançados.

Tabela 5.1 - Objetivos e o seu grau de realização

<i>Objetivo</i>	<i>Objetivo Atingido</i>
<i>Registo de um utilizador caso não tenha conta no sistema</i>	Sim
<i>Registo de um alimento</i>	Sim
<i>Registo de uma atividade física</i>	Sim
<i>Recomendação de um alimento</i>	Sim
<i>Alerta caso limites nutricionais sejam ultrapassados</i>	Sim

Como apresentado na tabela acima, todos os objetivos foram completados com sucesso. No entanto, foram implementadas outras funcionalidades de modo a não só complementar a solução implementada mas também para cobrir algumas lacunas detetadas no estudo das aplicações já existentes no mercado, mencionadas na secção 2.4.

Na Tabela 5.2, à semelhança da Tabela 2.2, encontra-se representadas todas as funcionalidades estudadas e implementadas de modo a comparar a aplicação desenvolvida com as

concorrentes.

Tabela 5.2 – Funcionalidades da Aplicação Testada vs Aplicação Implementada

<i>Funcionalidades</i>	<i>Gloko¹⁴</i>	<i>Diabetes in Check¹⁵</i>	<i>OnTrack¹⁶</i>	<i>BG Monitor Diabetes¹⁷</i>	<i>Diabetik¹⁸</i>	<i>mySugr¹⁹</i>	<i>DiabetesAPP</i>
<i>Registo de Dietas</i>	X	X				X	
<i>Sincroniza com dispositivos de controlo de glicose</i>	X						
<i>Lembretes</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Leitor de código de barras</i>		X				X	
<i>Apresenta Receitas</i>		X				X	X
<i>Apresenta Gráficos</i>			X	X	X	X	X
<i>Gamificação</i>	X					X	X
<i>Recomendações de comida</i>		X ¹³					X
<i>BD extensa</i>	X				X	X	X
<i>Grátis</i>	X	X	X		X	X ²⁰	X
<i>Reconhecimento de Texto</i>							X
<i>Geração de PDF</i>							X
<i>Registo estado emocional</i>							X
<i>Sistema de mensagens</i>							X
<i>Apresentação de dicas</i>							X
<i>Registo de atividade física</i>							X
<i>Registo de medicamentos</i>							X
<i>Envio de emails</i>							X

¹⁴ <https://www.glooko.com/>

¹⁵ <http://www.diabetesincontrol.com/diabetes-in-check-blood-glucose-carb-tracker/>

¹⁶ https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gexperts.ontrack&hl=pt_PT

¹⁷ <https://www.bg-monitor.com/>

¹⁸ <https://www.imedicalapps.com/2014/04/diabetik-app-patients-diabetes/>

¹⁹ <https://www.accu-chek.pt/mysugr-app>

²⁰ Algumas funcionalidades são pagas

Tendo em conta tudo o que foi referido na secção 2.4, nomeadamente no que se refere as funcionalidades comuns entre as aplicações móveis, podemos afirmar que a solução desenvolvida cumpre esses requisitos. No entanto, foram acrescentadas funcionalidades nas quais se acredita ser essenciais e úteis na mudança comportamental do doente e no auxílio da sua rotina diária, apresentado na Figura 5.1.

Embora não tenha sido possível o desenvolvimento das funcionalidades de sincronização com leitor de glicemia e do leitor de código de barras para saber valores nutricionais de alimentos, estas não comprometeram o objetivo inicial da dissertação. De salientar, que o não desenvolvimento destas funcionalidades não apresentou consequências para os objetivos estabelecidos.

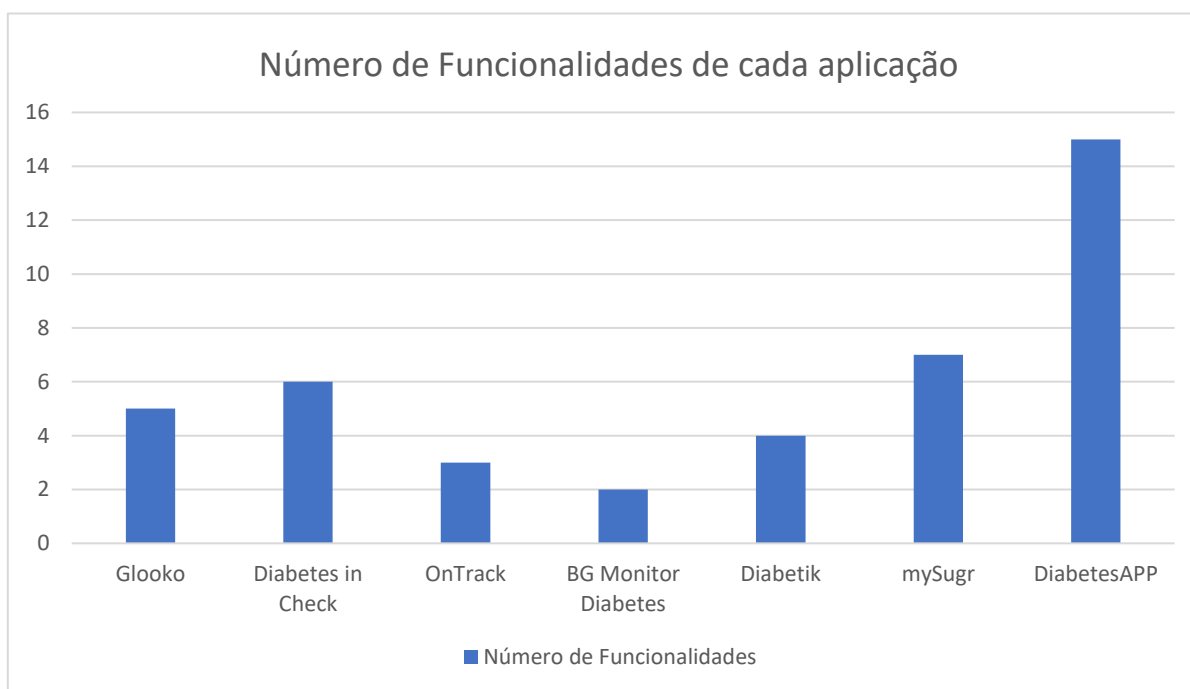


Figura 5.1 - Número de funcionalidades aplicações testadas vs aplicação implementada.

Pode-se assim concluir que a realização deste projeto foi considerada uma mais-valia, visto que a nível pessoal, para além da experiência adquirida, foram atingidas competências técnicas através da aplicação dos conceitos estudados, bem como da investigação realizada. Inclusive será oportuno referir que, com o resultado da investigação efectuada, foi publicado um artigo científico:

- Artigo da IDEAL2020: *A Recommendation System of nutrition and physical activity for patients with type 2 diabetes mellitus.*

5.2 Trabalho Futuro

Como mencionado anteriormente, a solução desenvolvida pretende ser apenas um protótipo e, desse modo, durante o desenvolvimento do software dos componentes do sistema e a sua avaliação após conclusão desse desenvolvimento foram identificados algumas limitações e melhorias a realizar com o objetivo de melhorar o desempenho e usabilidade geral da aplicação.

Dito isto, apresentam-se como limitações atuais e trabalho futuros a desenvolver os seguintes pontos:

- Implementar as restantes funcionalidades como sincronização do leitor de glicemia e leitor de barras para saber quais os valores nutricionais de um alimento;
- Cálculo automático do nível de insulina;
- Possibilidade de criação de um *website* com diversos perfis, nomeadamente de um médico/profissional de saúde que contenha informação sobre do seu paciente e da respetiva atividade na aplicação;
- Mecanismo de alerta para medição de valor de glicose no sangue antes e depois da refeição;
- Adicionar novos indicadores estatísticos;
- Implementar registo de dietas;
- Fazer a conversão da aplicação desenvolvida, aplicação servidora e BD de alimentos para PT-PT;
- Melhorar o design gráfico da aplicação.

Bibliografia

- ACUÑA, K. AND T. CRUZ Avaliação do estado nutricional de adultos e idosos e situação nutricional da população brasileira. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia*, 2004, 48(3), 345-361.
- AGRICULTURE, U. S. D. O. FoodData Central Data. In., 2020a, vol. 2020.
- AGRICULTURE, U. S. D. O. How many calories are in one gram of fat, carbohydrate, or protein? In., 2020b, vol. 2020.
- ALBRIGHT, A., M. FRANZ, G. HORNSBY, A. KRISKA, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and type 2 diabetes 2000, 32(7), 1345-1360.
- AMIRKALALI, B., S. HOSSEINI, R. HESHMAT AND B. J. I. J. O. M. S. LARIJANI Comparison of Harris Benedict and Mifflin-ST Jeor equations with indirect calorimetry in evaluating resting energy expenditure 2008, 62(7), 283.
- AMORIM, I. L. AND R. COELHO Diabetes mellitus tipo 2 e sintomas psicopatológicos. *Psicologia, Saúde e Doenças*, 2008, 9(2), 319-333.
- AMORIM, M. Qualidade de vida na doença crônica: um estudo em diabéticos não insulino dependentes. Tese de Mestrado apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, 1999.
- ANDRÉ, S. AND P. RIBEIRO E-health: as TIC como mecanismo de evolução em saúde. Universidade Católica Portuguesa, 2020.
- ANDROID. Developer Android. In., 2020, vol. 2020.
- API, R. HTTP Methods. In., 2019.
- API, R. Endpoint – What is an API Endpoint? In., 2020.
- ARDAL, T. How to send emails from C#/.NET - The definitive tutorial. In., 2020.
- ARNOLDI, A. *Functional foods, cardiovascular disease and diabetes*. Edition ed.: Elsevier, 2004. ISBN 1855739496.
- BARRAREIRA, E., A. NOVO, J. VAZ AND A. PEREIRA Dietary program and physical activity impact on biochemical markers in patients with type 2 diabetes: A systematic review. *Atención Primaria*, 2018, 50(10).
- BATISTA, S. Sistema de recomendação nutricional e de atividade física para pacientes com diabetes tipo 2. ISEP, 2020.
- BOULÉ, N. G., E. HADDAD, G. P. KENNY, G. A. WELLS, et al. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials 2001, 286(10), 1218-1227.
- BUCHEM, I., A. MERCERON, J. KREUTEL, M. HAESNER, et al. Gamification designs in wearable enhanced learning for healthy ageing. In *2015 international conference on interactive mobile communication technologies and learning (IMCL)*. IEEE, 2015, p. 9-15.
- CABRERA, O., D. M. BERMAN, N. S. KENYON, C. RICORDI, et al. The unique cytoarchitecture of human pancreatic islets has implications for islet cell function 2006, 103(7), 2334-2339.
- CALORIES, B. Calorie Intake Calculator. In., 2020, vol. 2020.
- CARDOSO, A., M. BYRNE AND M. XAVIER Adesão ao tratamento nas perturbações psiquiátricas: o impacto das atitudes e das crenças em profissionais de serviços de psiquiatria e saúde mental em Portugal. Parte I: aspetos conceptuais e metodológicos. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 2016, 34(3).
- CARE, A. Diabetes e alimentação: os segredos. In., 2017, vol. 2020.
- CASANOVA, P., B. SCHMERL, D. GARLAN AND R. ABREU. Architecture-based run-time fault diagnosis. In *European Conference on Software Architecture*. Springer, 2011, p. 261-277.
- CASTRO, M. H. Exercício e Diabetes Mellitus Tipo 2. Faculdade de Desporto, 2009.

CHRISTODOULIDIS, S., M. ANTHIMOPOULOS AND S. MOUGIAKAKOU. Food recognition for dietary assessment using deep convolutional neural networks. In *International Conference on Image Analysis and Processing*. Springer, 2015, p. 458-465.

CORTEZ, D. N., I. A. REIS, D. A. S. SOUZA, M. M. L. MACEDO, et al. Complications and the time of diagnosis of diabetes mellitus in primary care. *Acta Paul Enferm.*, 2015, 28(3), 250-255.

CRADOCK, K., G. ÓLAIGHIN, F. FINUCANE, H. GAINFORTH, et al. Behaviour change techniques targeting both diet and physical activity in type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* volume, 2017.

CRUZ, L. Proposta de Valor. In., 2018, vol. 2020.

DETERDING, S., M. SICART, L. NACKE, K. O'HARA, et al. Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts. In *CHI'11 extended abstracts on human factors in computing systems*. 2011, p. 2425-2428.

DIABETES, C. A. Entender a Diabetes. In., 2017, vol. 2020.

DIABETES, D. S. B. D. Princípios para orientação nutricional no diabetes mellitus 2015, 19.

DIABETES.CO.UK. Diabetes and Stress. In., 2019, vol. 2020.

DIABETOLOGIA, S. P. Diagnóstico e acompanhamento da doença coronária em doentes diabéticos. In., 2015, vol. 2020.

DO VALE, S., A. F. MARTINS, D. CRUZ AND G. FREITAS. Programa Nacional para a Diabetes - Desafios e Estratégias. 2019.

ERIKSSON, U. Why is the difference between functional and Non-functional requirements important? In., 2012, vol. 2020.

FARIA, H. T. G., M. A. D. SANTOS, C. C. A. ARRELIAS, F. F. L. RODRIGUES, et al. Adherence to diabetes mellitus treatments in family health strategy units 2014, 48(2), 257-263.

GARCÍA-MOLINA, L., A.-M. LEWIS-MIKHAEL, B. RIQUELME-GALLEGO, N. CANO-IBÁÑEZ, et al. Improving type 2 diabetes mellitus glycaemic control through lifestyle modification implementing diet intervention: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Nutrition*, 28 November 2019 2019, (59), 1313–1328.

GARY, T. L., R. M. CRUM, L. COOPER-PATRICK, D. FORD, et al. 2000. Depressive Symptoms and Metabolic Control in African-Americans With Type 2 Diabetes. In *Proceedings of 2000*.

GIBLIN, G., E. TOR, L. J. S. A. J. O. M. PARRINGTON, BRAIN AND CULTURE The impact of technology on elite sports performance 2016, 12(2).

GOOGLE. Firebase. In., 2020a, vol. 2020.

GOOGLE. Mobile Vision. In., 2020b.

GRUNDY, S. M. Multifactorial causation of obesity: implications for prevention. *The American journal of clinical nutrition*, 1998, 67(3), 563S-572S.

HELMRICH, S. P., D. R. RAGLAND, R. W. LEUNG AND R. S. J. N. E. J. O. M. PAFFENBARGER JR Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus 1991, 325(3), 147-152.

HENRIQUE, S. Qual a diferença entre Inteligência Artificial, Machine Learning e Deep Learnin. In., 2017.

HU, F. B., J. E. MANSON, M. J. STAMPFER, G. COLDITZ, et al. Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women 2001, 345(11), 790-797.

KHAN AFRIDI, A. AND A. KHAN Prevalence and etiology of obesity-An overview. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2004, 3(1), 14-25.

KLEIN, S., N. F. SHEARD, X. PI-SUNYER, A. DALY, et al. Weight management through lifestyle modification for the prevention and management of type 2 diabetes: rationale and strategies. A statement of the American Diabetes Association, the North American Association for the Study of Obesity, and the American Society for Clinical Nutrition 2004, 80(2), 257-263.

KOHEI, K. Pathophysiology of type 2 diabetes and its treatment policy 2010, 53(1), 41-46.

L.DUAN Healthcare information systems: data mining methods in the creation of a clinical recommender system. *Enterprise Information Systems*, 2011, 169-181.

LEITE, N. J. C. Efeitos de um programa comunitário de exercício físico de longa duração na saúde e bem-estar subjetivo em indivíduos com diabetes tipo 2. Universidade de Évora, 2018.

LEONTIS, L. AND A. HESS-FISCHL. Type 2 Diabetes Complications. In., 2019, vol. 2020.

LLOYD, C., P. DYER AND A. BARNETT Prevalence of symptoms of depression and anxiety in a diabetes clinic population. *Diabetic medicine*, 2000, 17(3), 198-202.

LUSTMAN, P. J., R. E. CLOUSE, L. S. GRIFFITH, R. M. CARNEY, et al. Screening for depression in diabetes using the Beck Depression Inventory 1997, 59(1), 24-31.

MADDISON, R., J. C. RAWSTORN, S. M. S. ISLAM, K. BALL, et al. mHealth interventions for exercise and risk factor modification in cardiovascular disease 2019, 47(2), 86.

MALWADE, S., S. S. ABDUL, M. UDDIN, A. A. NURSETYO, et al. Mobile and wearable technologies in healthcare for the ageing population 2018, 161, 233-237.

MANN, J. Nutrition recommendations for the treatment and prevention of type 2 diabetes and the metabolic syndrome: an evidenced-based review. *Nutrition reviews*, 2006, 64(9), 422-427.

MANSON, J. E., D. M. NATHAN, A. S. KROLEWSKI, M. J. STAMPFER, et al. A prospective study of exercise and incidence of diabetes among US male physicians. *JAMA*, 1992, 268(1), 63-67.

MANSON, J. E., M. STAMPFER, G. COLDITZ, W. WILLETT, et al. Physical activity and incidence of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women 1991, 338(8770), 774-778.

MICROSOFT. Introduction to IIS Architectures. In., 2007, vol. 2020.

MICROSOFT. Get Started with Xamarin.Essentials. In., 2020a, vol. 2020.

MICROSOFT. HttpClient. In., 2020b, vol. 2020.

MICROSOFT. What is Xamarin? In., 2020c, vol. 2020.

MIYAOKA, Y., H. MIYAOKA, T. MOTOMIYA, S. I. KITAMURA, et al. Impact of sociodemographic and diabetes-related characteristics on depressive state among non-insulin-dependent diabetic patients 1997, 51(4), 203-206.

MOLENA-FERNANDES, C. A., N. N. JUNIOR, R. S. TASCA, S. M. PELLOSO, et al. A importância da associação de dieta e de atividade física na prevenção e controle do Diabetes mellitus tipo 2 2005, 27(2), 195-205.

MOZILLA. Uma visão geral do HTTP. In., 2020a, vol. 2020.

MOZILLA. Uma visão geral do HTTP. In., 2020b.

NEUENSCHWANDER, M., A. BALLON, K. S. WEBER, T. NORAT, et al. Role of diet in type 2 diabetes incidence: umbrella review of meta-analyses of prospective observational studies 2019, 366, l2368.

ORGANIZATION, W. H. *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. Edition ed.: World Health Organization, 2000. ISBN 9241208945.

ORGANIZATION, W. H. *Adherence to long-term therapies: evidence for action*. Edition ed.: World Health Organization, 2003. ISBN 9241545992.

ORGANIZATION, W. H. *Guidelines for the prevention, management and care of diabetes mellitus*. Edition ed., 2006. ISBN 929021404X.

ORGANIZATION, W. H. New Horizons for health through mobile technologies. *Gloval Observatory for eHealth series*, 2011, 3.

PEREIRA, R. S. CrowdHealth: Um sistema de recomendação de clínicas de saúde num contexto smart-health usando crowdsourcing. Universidade do vale do rio dos sinos, 2016.

PEYROT, M. AND R. R. RUBIN Persistence of depressive symptoms in diabetic adults. *Diabetes Care*, 1999, 22(3), 448-452.

PÚBLICO Hipoglicemia: um desequilíbrio que pode custar a vida. Público, 2020.

REDBERG, R. F., P. GREENLAND, V. FUSTER, K. PYÖRÄLÄ, et al. Prevention Conference VI: Diabetes and Cardiovascular Disease: Writing Group III: risk assessment in persons with diabetes 2002,

105(18), e144-e152.

REIKERAS, H. How to Build a Content-Based Recommender System For Your Product. In.: Offerzen, 2018, vol. 2020.

SARDI, L., A. IDRI AND J. L. J. J. O. B. I. FERNÁNDEZ-ALEMÁN A systematic review of gamification in e-Health 2017, 71, 31-48.

SARTORELLI, D. S., L. J. FRANCO AND M. A. J. C. D. S. P. CARDOSO Nutritional intervention and primary prevention of type 2 diabetes mellitus: a systematic review 2006, 22(1), 7-18.

SAÚDE, S. N. D. Diabetes. In., 2018, vol. 2020.

SCHEEN, A. Diabetes mellitus in the elderly: insulin resistance and/or impaired insulin secretion? 2005, 31, 5S27-25S34.

STEINBERG, D. M., E. L. LEVINE, S. ASKEW, P. FOLEY, et al. Daily text messaging for weight control among racial and ethnic minority women: randomized controlled pilot study 2013, 15(11), e244.

STEWART, C. Diabetes prevalence among adults in Europe in 2019, by country. In.: Statistica, 2020, vol. 2020.

STRYCHAR, I. Diet in the management of weight loss 2006, 174(1), 56-63.

STUMVOLL, M., B. J. GOLDSTEIN AND T. W. VAN HAEFTEN Type 2 diabetes: principles of pathogenesis and therapy. Lancet, Apr 9-15 2005, 365(9467), 1333-1346.

SYNCFUSION. In., 2020, vol. 2020.

TALBOT, F., A. NOUWEN, J. GINGRAS, A. BÉLANGER, et al. Relations of diabetes intrusiveness and personal control to symptoms of depression among adults with diabetes 1999, 18(5), 537.

TEVET, O. A Friendly Introduction to Recommender Systems. In. Linkedin, 2018.

THIEL, D., F. A. SAYAH, J. VALLANCE, S. T. JOHNSON, et al. Association between Physical Activity and Health-Related Quality of Life in Adults with Type 2 Diabetes. Canadian Journal of Diabetes, 2017, 41(1).

TONTISIRIN, K. Incorporating Nutrition Considerations into Development Policies and Programmes; Brief for Policy– makers and Programme Planners in Developing Countries 2004.

TUOMILEHTO, J., J. LINDSTRÖM, J. G. ERIKSSON, T. T. VALLE, et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance 2001, 344(18), 1343-1350.

VASCONCELOS, C. E. G. D. C. Intervenções no estilo de vida em indivíduos de meia-idade e idosos com diabetes tipo 2: Exercício físico combinado com educação alimentar. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2019.

WEINSIER, R. L., G. R. HUNTER, R. A. DESMOND, N. M. BYRNE, et al. Free-living activity energy expenditure in women successful and unsuccessful at maintaining a normal body weight 2002, 75(3), 499-504.

YANAI, H., H. ADACHI, Y. MASUI, H. KATSUYAMA, et al. Exercise Therapy for Patients With Type 2 Diabetes: A Narrative Review. Journal of Clinical Medicine Research, 2018.

ZHANG, Y., X.-F. PAN, J. CHEN, L. XIA, et al. Combined lifestyle factors and risk of incident type 2 diabetes and prognosis among individuals with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. Diabetologia, 2019, (63), 21–33.

Anexo 1 – Tabela de *Endpoints*

<i>Food</i>	
<i>api/Food</i>	Retorna todos os alimentos existentes na BD
<i>api/Food/Name={FoodName}</i>	Pesquisa as comidas pelo nome ou por parte do nome
<i>api/Food/NameExact</i>	Obtem informação do alimento com base no seu nome exato
<i>api/Food/Information/ID={ID}</i>	Obtem informação do alimento com base no seu ID
<i>User</i>	
<i>api/User</i>	Retorna todos os utilizadores existentes na BD
<i>api/User/id={user_id}</i>	Retorna informacao do user com o ID correspondente
<i>api/User/email={email_cod}</i>	Retorna informacao do user com o <i>email</i> correspondente
<i>api/UserPassword</i>	<i>Endpoint</i> utilizado para alterar password
<i>Notification</i>	
<i>api/Notification</i>	Retorna todas as notificacoes existentes na BD
<i>api/Notification/UserID={id}</i>	Retorna todas as notificacoes do utilizador com base no ID correspondente
<i>Token</i>	
<i>api/Token</i>	Retorna todos os tokens existentes na BD
<i>api/Token/UserID={id}</i>	Retorna o token respectivo ao utilizador com o ID correspondente
<i>Classification</i>	
<i>api/Classification</i>	Retorna todas as classificações realizadas
<i>api/Classification/UserID={id}</i>	Retorna todas as classificações realizadas pelo utilizador com o ID correspondente
<i>Gamification</i>	
<i>api/UserGamification</i>	Retorna todos os níveis e pontos dos diferentes utilizadores existentes na BD
<i>api/UserGamification/id={user_id}</i>	Retorna os pontos e respectivo nível de um determinado utilizador
<i>Meal</i>	
<i>api/Meal</i>	Retorna todas as refeições existentes na BD
<i>api/Meal/Type={MealType}</i>	Retorna todas as refeições existentes na BD de um determinado tipo
<i>MedicalRecord</i>	
<i>api/MedicalRecord</i>	Retorna todas as fichas de saúde existentes na BD
<i>api/MedicalRecord/Last/id={user_id}</i>	Retorna a última ficha de saúde existente na BD de um determinado utilizador
<i>api/MedicalRecord/EmotionalStatus</i>	Registo de um estado emocional de um utilizador
<i>api/MedicalRecord/Edit</i>	Alteração de uma ficha de saúde de um utilizador
<i>Medicine</i>	
<i>api/Medicine</i>	Retorna todos os medicamentos existentes na BD
<i>api/Medicine/UserID={id}</i>	Retorna todos os medicamentos ingeridos por

api/Medicine/MedicineName={Name}

um utilizador

Retorna os medicamentos que contenham o mesmo nome que o de pesquisa

api/UserHasMedicine

Registo de um medicamento ingerido pelo utilizador

PhysicalActivity

api/PhysicalActivity

Retorna todas as atividade físicas existentes na BD

api/PhysicalActivity/Name={Name}

Retorna todas as atividades físicas existentes na BD com base no nome inserido para a pesquisa

api/PhysicalActivity/id={ID}

Retorna informação da atividade física com o ID correspondente

UserHasFood

api/UserHasFood

Regista uma refeição feita pelo utilizador

api/UserHasFood/id={user_id}

Retorna todos os alimentos ingeridos pelo utilizador

api/UserHasFood/Last/id={user_id}

Retorna informação da ultima refeição do utilizador

api/UserHasFood/Today/id={user_id}

Retorna informação das refeições ingeridas no próprio dia pelo utilizador

UserHasPhysicalActivity

api/ UserHasPhysicalActivity

Regista uma atividade física realizada pelo utilizador

api/ UserHasPhysicalActivity/Today/id={user_id}

Retorna toda a atividade física realizada pelo utilizador no próprio dia

api/

UserHasPhysicalActivity/Calories/id={user_id}

Retorna o número de calorias gastas em realização de atividades física pelo utilizador no próprio dia

Anexo 2 – Tabela de Atividade física

Exercise & Kcal Burned / Hour	130 lbs ~ 59 kg	155 lbs ~ 71 kg	180 lbs ~ 82 kg	205 lbs ~ 93 kg
Aerobics, general	384	457	531	605
Aerobics, high impact	413	493	572	651
Aerobics, low impact	295	352	409	465
Aerobics, step aerobics	502	598	695	791
Archery	207	246	286	326
Backpacking, Hiking with pack	413	493	572	651
Badminton	266	317	368	419
Bagging grass, leaves	236	281	327	372
Bakery, light effort	148	176	204	233
Ballet, twist, jazz, tap	266	317	368	419
Ballroom dancing, fast	325	387	449	512
Ballroom dancing, slow	177	211	245	279
Basketball game, competitive	472	563	654	745
Basketball, playing, non game	354	422	490	558
Basketball, shooting baskets	266	317	368	419
Basketball, wheelchair	384	457	531	605
Bathing dog	207	246	286	326
Bird watching	148	176	204	233
Boating, power, speed boat	148	176	204	233
Bowling	177	211	245	279
Boxing, in ring	708	844	981	1117
Boxing, punching bag	354	422	490	558
Boxing, sparring	531	633	735	838
Calisthenics, fast, pushups, situps...	472	563	654	745
Calisthenics, light, pushups, situps...	207	246	286	326
Canoeing, camping trip	236	281	327	372

Exercise & Kcal Burned / Hour	130 lbs ~ 59 kg	155 lbs ~ 71 kg	180 lbs ~ 82 kg	205 lbs ~ 93 kg
Canoeing, rowing, light	177	211	245	279
Canoeing, rowing, moderate	413	493	572	651
Canoeing, rowing, vigorous	708	844	981	1117
Carpentry, general	207	246	286	326
Carrying 16 to 24 lbs, upstairs	354	422	490	558
Carrying 25 to 49 lbs, upstairs	472	563	654	745
Carrying heavy loads	472	563	654	745
Carrying infant, level ground	207	246	286	326
Carrying infant, upstairs	295	352	409	465
Carrying moderate loads upstairs	472	563	654	745
Carrying small children	177	211	245	279
Children's games, hopscotch...	295	352	409	465
Circuit training, minimal rest	472	563	654	745
Cleaning gutters	295	352	409	465
Cleaning, dusting	148	176	204	233
Climbing hills, carrying 10 to 20 lb	443	528	613	698
Climbing hills, carrying 21 to 42 lb	472	563	654	745
Climbing hills, carrying over 42 lb	531	633	735	838
Climbing hills, carrying up to 9 lbs	413	493	572	651
Coaching: football,basketball,soccer	236	281	327	372
Coal mining, general	354	422	490	558
Construction, exterior, remodeling	325	387	449	512
Crew, sculling, rowing, competition	708	844	981	1117
Cricket (batting, bowling)	295	352	409	465
Croquet	148	176	204	233
Cross country skiing, moderate	472	563	654	745
Cross country skiing, racing	826	985	1144	1303
Cross country skiing, uphill	974	1161	1348	1536

Exercise & Kcal Burned / Hour	130 lbs ~ 59 kg	155 lbs ~ 71 kg	180 lbs ~ 82 kg	205 lbs ~ 93 kg
Cross country skiing, vigorous	531	633	735	838
Cross country snow skiing, slow	413	493	572	651
Curling	236	281	327	372
Cycling, >20mph, racing	944	1126	1308	1489
Cycling, <10mph, leisure bicycling	236	281	327	372
Cycling, 10-11.9mph, light	354	422	490	558
Cycling, 12-13.9mph, moderate	472	563	654	745
Cycling, 14-15.9mph, vigorous	590	704	817	931
Cycling, 16-19mph, very fast, racing	708	844	981	1117
Cycling, mountain bike, bmx	502	598	695	791
Darts (wall or lawn)	148	176	204	233
Diving, springboard or platform	177	211	245	279
Downhill snow skiing, moderate	354	422	490	558
Downhill snow skiing, racing	472	563	654	745
Electrical work, plumbing	207	246	286	326
Farming, baling hay, cleaning barn	472	563	654	745
Farming, chasing cattle on horseback	236	281	327	372
Farming, feeding horses or cattle	266	317	368	419
Farming, feeding small animals	236	281	327	372
Farming, grooming animals	354	422	490	558
Fencing	354	422	490	558
Fire fighter, climbing ladder, full gear	649	774	899	1024
Fire fighter, hauling hoses on ground	472	563	654	745
Fishing from boat, sitting	148	176	204	233
Fishing from riverbank, standing	207	246	286	326
Fishing from riverbank, walking	236	281	327	372
Fishing in stream, in waders	354	422	490	558
Fishing, general	177	211	245	279

Exercise & Kcal Burned / Hour	130 lbs ~ 59 kg	155 lbs ~ 71 kg	180 lbs ~ 82 kg	205 lbs ~ 93 kg
Fishing, ice fishing	118	141	163	186
Flying airplane (pilot)	118	141	163	186
Football or baseball, playing catch	148	176	204	233
Football, competitive	531	633	735	838
Football, touch, flag, general	472	563	654	745
Forestry, ax chopping, fast	1003	1196	1389	1582
Forestry, ax chopping, slow	295	352	409	465
Forestry, carrying logs	649	774	899	1024
Forestry, sawing by hand	413	493	572	651
Forestry, trimming trees	531	633	735	838
Frisbee playing, general	177	211	245	279
Frisbee, ultimate frisbee	472	563	654	745
Gardening, general	236	281	327	372
General cleaning	207	246	286	326
Golf, driving range	177	211	245	279
Golf, general	266	317	368	419
Golf, miniature golf	177	211	245	279
Golf, using power cart	207	246	286	326
Golf, walking and carrying clubs	266	317	368	419
Golf, walking and pulling clubs	254	303	351	400
Gymnastics	236	281	327	372
Hacky sack	236	281	327	372
Handball	708	844	981	1117
Handball, team	472	563	654	745
Health club exercise	325	387	449	512
Hiking, cross country	354	422	490	558
Hockey, field hockey	472	563	654	745
Hockey, ice hockey	472	563	654	745

Exercise & Kcal Burned / Hour	130 lbs ~ 59 kg	155 lbs ~ 71 kg	180 lbs ~ 82 kg	205 lbs ~ 93 kg
Horesback riding, saddling horse	207	246	286	326
Horse grooming	354	422	490	558
Horse racing, galloping	472	563	654	745
Horse racing, trotting	384	457	531	605
Horse racing, walking	153	183	212	242
Horseback riding	236	281	327	372
Horseback riding, grooming horse	207	246	286	326
Horseback riding, trotting	384	457	531	605
Horseback riding, walking	148	176	204	233
Horseshoe pitching	177	211	245	279
Housework, light	148	176	204	233
Housework, moderate	207	246	286	326
Housework, vigorous	236	281	327	372
Hunting, general	295	352	409	465
Hunting, large game	354	422	490	558
Hunting, small game	295	352	409	465
Ice skating, < 9 mph	325	387	449	512
Ice skating, average speed	413	493	572	651
Ice skating, rapidly	531	633	735	838
Instructing aerobic class	354	422	490	558
Jai alai	708	844	981	1117
Jazzercise	354	422	490	558
Judo, karate, jujitsu, martial arts	590	704	817	931
Juggling	236	281	327	372
Jumping rope, fast	708	844	981	1117
Jumping rope, moderate	590	704	817	931
Jumping rope, slow	472	563	654	745
Kayaking	295	352	409	465

Exercise & Kcal Burned / Hour	130 lbs ~ 59 kg	155 lbs ~ 71 kg	180 lbs ~ 82 kg	205 lbs ~ 93 kg
Kick boxing	590	704	817	931
Kickball	413	493	572	651
Krav maga class	590	704	817	931
Lacrosse	472	563	654	745
Loading, unloading car	177	211	245	279
Machine tooling, sheet metal	148	176	204	233
Machine tooling, tapping, drilling	236	281	327	372
Marching band, playing instrument	236	281	327	372
Marching, rapidly, military	384	457	531	605
Masonry, concrete	413	493	572	651
Masseur, masseuse, standing	236	281	327	372
Mild stretching	148	176	204	233
Moving heavy objects, moving van	443	528	613	698
Mowing lawn, riding mower	148	176	204	233
Mowing lawn, walk, power mower	325	387	449	512
Music, playing a cello	118	141	163	186
Music, playing drums	236	281	327	372
Music, playing guitar	177	211	245	279
Music, playing piano	148	176	204	233
Music, playing trombone	207	246	286	326
Music, playing trumpet	148	176	204	233
Music, playing violin	148	176	204	233
Nursing, patient care	177	211	245	279
Orienteering	531	633	735	838
Paddle boat	236	281	327	372
Paddleball, competitive	590	704	817	931
Paddleball, playing	354	422	490	558
Painting	266	317	368	419

Exercise & Kcal Burned / Hour	130 lbs ~ 59 kg	155 lbs ~ 71 kg	180 lbs ~ 82 kg	205 lbs ~ 93 kg
Pistol shooting, trap shooting, range	148	176	204	233
Playing pool, billiards	148	176	204	233
Police, directing traffic, standing	148	176	204	233
Police, making an arrest	236	281	327	372
Polo	472	563	654	745
Pushing a wheelchair	236	281	327	372
Pushing plane in and out of hanger	354	422	490	558
Pushing stroller, walking with children	148	176	204	233
Race walking	384	457	531	605
Racquetball, competitive	590	704	817	931
Racquetball, playing	413	493	572	651
Raking lawn	254	303	351	400
Riding motorcycle	148	176	204	233
Riding, snow blower	177	211	245	279
Rock climbing, ascending rock	649	774	899	1024
Rock climbing, mountain climbing	472	563	654	745
Rock climbing, rappelling	472	563	654	745
Roller blading, in-line skating	708	844	981	1117
Roller skating	413	493	572	651
Rowing machine, light	207	246	286	326
Rowing machine, moderate	413	493	572	651
Rowing machine, very vigorous	708	844	981	1117
Rowing machine, vigorous	502	598	695	791
Rugby	590	704	817	931
Running, 10 mph (6 min mile)	944	1126	1308	1489
Running, 10.9 mph (5.5 min mile)	1062	1267	1471	1675
Running, 5 mph (12 minute mile)	472	563	654	745
Running, 5.2 mph (11.5 minute mile)	531	633	735	838

Exercise & Kcal Burned / Hour	130 lbs ~ 59 kg	155 lbs ~ 71 kg	180 lbs ~ 82 kg	205 lbs ~ 93 kg
Running, 6 mph (10 min mile)	590	704	817	931
Running, 6.7 mph (9 min mile)	649	774	899	1024
Running, 7 mph (8.5 min mile)	679	809	940	1070
Running, 7.5mph (8 min mile)	738	880	1022	1163
Running, 8 mph (7.5 min mile)	797	950	1103	1256
Running, 8.6 mph (7 min mile)	826	985	1144	1303
Running, 9 mph (6.5 min mile)	885	1056	1226	1396
Running, cross country	531	633	735	838
Running, general	472	563	654	745
Running, on a track, team practice	590	704	817	931
Running, stairs, up	885	1056	1226	1396
Running, training, pushing wheelchair	472	563	654	745
Sailing, competition	295	352	409	465
Sailing, yachting, ocean sailing	177	211	245	279
Shoveling snow by hand	354	422	490	558
Shoveling, digging ditches	502	598	695	791
Shuffleboard, lawn bowling	177	211	245	279
Sit, playing with animals, light	148	176	204	233
Sitting, light office work	89	106	123	140
Skateboarding	295	352	409	465
Ski machine	413	493	572	651
Ski mobiling	413	493	572	651
Skiing, water skiing	354	422	490	558
Skin diving, fast	944	1126	1308	1489
Skin diving, moderate	738	880	1022	1163
Skin diving, scuba diving	413	493	572	651
Skindiving or scuba diving	708	844	981	1117
Sky diving	177	211	245	279

Exercise & Kcal Burned / Hour	130 lbs ~ 59 kg	155 lbs ~ 71 kg	180 lbs ~ 82 kg	205 lbs ~ 93 kg
Sledding, tobogganing, luge	413	493	572	651
Snorkeling	295	352	409	465
Snow shoeing	472	563	654	745
Snow skiing, downhill skiing, light	295	352	409	465
Snowmobiling	207	246	286	326
Soccer, competitive	590	704	817	931
Soccer, playing	413	493	572	651
Softball or baseball	295	352	409	465
Softball, officiating	236	281	327	372
Softball, pitching	354	422	490	558
Speed skating, ice, competitive	885	1056	1226	1396
Squash	708	844	981	1117
Stair machine	531	633	735	838
Standing, bartending, store clerk	136	162	188	214
Standing, playing with children, light	165	197	229	261
Stationary cycling, light	325	387	449	512
Stationary cycling, moderate	413	493	572	651
Stationary cycling, very light	177	211	245	279
Stationary cycling, very vigorous	738	880	1022	1163
Stationary cycling, vigorous	620	739	858	977
Steel mill, working in general	472	563	654	745
Stretching, hatha yoga	236	281	327	372
Surfing, body surfing or board surfing	177	211	245	279
Swimming backstroke	413	493	572	651
Swimming breaststroke	590	704	817	931
Swimming butterfly	649	774	899	1024
Swimming laps, freestyle, fast	590	704	817	931
Swimming laps, freestyle, slow	413	493	572	651

Exercise & Kcal Burned / Hour	130 lbs ~ 59 kg	155 lbs ~ 71 kg	180 lbs ~ 82 kg	205 lbs ~ 93 kg
Swimming leisurely, not laps	354	422	490	558
Swimming sidestroke	472	563	654	745
Swimming synchronized	472	563	654	745
Swimming, treading water, fast	590	704	817	931
Swimming, treading water, moderate	236	281	327	372
Table tennis, ping pong	236	281	327	372
Tae kwan do, martial arts	590	704	817	931
Tai chi	236	281	327	372
Tailoring, general	148	176	204	233
Taking out trash	177	211	245	279
Teach exercise class (& participate)	384	457	531	605
Teach physical education class	236	281	327	372
Tennis playing	413	493	572	651
Tennis, doubles	354	422	490	558
Tennis, singles	472	563	654	745
Track and field (high jump, pole vault)	354	422	490	558
Track and field (hurdles)	590	704	817	931
Track and field (shot, discus)	236	281	327	372
Trampoline	207	246	286	326
Truck driving, loading,unloading truck	384	457	531	605
Typing, computer data entry	89	106	123	140
Unicycling	295	352	409	465
Using crutches	295	352	409	465
Volleyball playing	177	211	245	279
Volleyball, beach	472	563	654	745
Volleyball, competitive	472	563	654	745
Walk / run, playing, moderate	236	281	327	372
Walk / run, playing, vigorous	295	352	409	465

Exercise & Kcal Burned / Hour	130 lbs ~ 59 kg	155 lbs ~ 71 kg	180 lbs ~ 82 kg	205 lbs ~ 93 kg
Walking 2.0 mph, slow	148	176	204	233
Walking 2.5 mph	177	211	245	279
Walking 3.0 mph, moderate	195	232	270	307
Walking 3.5 mph, brisk pace	224	267	311	354
Walking 3.5 mph, uphill	354	422	490	558
Walking 4.0 mph, very brisk	295	352	409	465
Walking 4.5 mph	372	443	515	586
Walking 5.0 mph	472	563	654	745
Walking downstairs	177	211	245	279
Walking the dog	177	211	245	279
Walking, pushing a wheelchair	236	281	327	372
Walking, snow blower	207	246	286	326
Walking, under 2.0 mph, very slow	118	141	163	186
Wallyball	413	493	572	651
Water aerobics	236	281	327	372
Water aerobics, water calisthenics	236	281	327	372
Water jogging	472	563	654	745
Water polo	590	704	817	931
Water volleyball	177	211	245	279
Watering lawn or garden	89	106	123	140
Weeding, cultivating garden	266	317	368	419
Weight lifting, body building, vigorous	354	422	490	558
Weight lifting, light workout	177	211	245	279
Whitewater rafting, kayaking, canoeing	295	352	409	465
Windsurfing, sailing	177	211	245	279
Wrestling	354	422	490	558