

**TeenPower: Plataforma *mHealth* para a prevenção
da obesidade usando *gamification* para promover o
exercício físico**

Mestrado em Engenharia Informática – Computação Móvel

Rodrigo Silva Alves

Leiria, Novembro de 2020

TeenPower: Plataforma *mHealth* para a prevenção da obesidade usando *gamification* para promover o exercício físico

Mestrado em Engenharia Informática – Computação Móvel

Rodrigo Silva Alves

Relatório de Projeto realizado sob a orientação da Professora Catarina Isabel Ferreira Viveiros Tavares dos Reis, PhD, Professor Adjunto na Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Politécnico de Leiria

Leiria, Novembro de 2020

Originalidade e Direitos de Autor

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

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição de que seja mencionado o Autor e feita referência ao ciclo de estudos no âmbito do qual o mesmo foi realizado, a saber, Curso de Mestrado em Engenharia Informática – Computação Móvel, no ano letivo 2019/2020, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, e, bem assim, à data das provas públicas que visaram a avaliação destes trabalhos.

Agradecimentos

Aproveito esta secção para expressar o meu agradecimento a todos aqueles que, de alguma forma, me apoiaram durante o meu percurso académico e me ajudaram a completar mais uma etapa da minha formação.

Gostaria de agradecer a todos os membros da equipa do projeto TeenPower com quem tive o prazer de trabalhar, pelas contribuições feitas para o sucesso do projeto. Um agradecimento especial ao professor Dr. Pedro Sousa, pela oportunidade de integrar o projeto, pela confiança depositada em mim e no meu trabalho, e pela simpatia e amizade demonstrada ao longo do percurso. Ao professor Dr. Ricardo Martinho, por todo o apoio tecnológico e *feedback* prestado durante o desenvolvimento da plataforma. À Dra. Roberta Frontini, por estar sempre pronta ajudar e pelo *feedback* fornecido durante o desenvolvimento da plataforma. Agradeço também a todos os bolseiros de investigação com quem partilhei o gabinete de investigação, pelo bom ambiente que proporcionaram, pelas amizades que criei, e pelo conhecimento partilhado através do espírito de entreajuda sempre presente.

À professora Dra. Catarina Reis, um profundo agradecimento pelo apoio tecnológico e *feedback* fornecido durante o desenvolvimento da plataforma, pelo apoio e motivação incondicional durante a escrita deste documento, e por tudo aquilo que me ensinou durante o tempo em que estive à sua tutela. Uma pessoa marcante e inspiradora, cujos conselhos foram imprescindíveis.

À minha amiga Marta Carvalho e ao meu amigo Ricardo Domingues, agradeço por ser terem sido pessoas chave no meu percurso universitário, por todo o apoio prestado, e pelos bons momentos passados em conjunto. Ensinaram-me lições valiosas, que me inspiraram a melhorar como profissional, e como pessoa.

Agradeço também à minha família por me inculcaram os valores e me proporcionarem as condições necessárias para alcançar este objetivo. Por último, um agradecimento especial à Sandy Gomes Pedrosa, por todo o apoio prestado durante esta longa etapa, por ser a fundação de tudo aquilo que sou hoje, e por me motivar a ir cada vez mais longe.

A todos, um grande obrigado.

Resumo

A obesidade infantil constitui um dos maiores desafios para a saúde pública no século XXI, atingindo proporções epidémicas. A doença é geralmente causada por um desequilíbrio energético crónico devido a hábitos alimentares inadequados ou a comportamentos sedentários. Para além de aumentar o risco de desenvolvimento de doenças não comunicáveis, a obesidade conduz a uma diminuição da qualidade de vida, com impacto direto nos sistemas de saúde e na economia. Segundo a evidência científica, o exercício físico desempenha um papel fundamental no combate à obesidade. Para além de contribuir para o equilíbrio do balanço energético diário, a pratica regular de exercício tem benefícios como: a melhoria da aptidão cardiorrespiratória; a diminuição do risco de desenvolvimento de doenças cardiovascular; redução do stress e melhoria do estado de humor; e o proporcionamento de sensação de bem-estar, diminuindo a depressão e a ansiedade.

A prevenção é tida como a melhor opção no combate à doença, sendo necessárias respostas compreensivas capazes de criar ambientes que estimulam a adoção de comportamentos saudáveis desde cedo. O projeto TeenPower visa a criação de um programa para a promoção de comportamentos saudáveis e prevenção da obesidade na adolescência, baseado na e-terapia e suportado por uma plataforma *mHealth*. A plataforma, denominada de plataforma TeenPower, procura tirar partido das mais recentes tecnologias para promover a adoção de comportamentos saudáveis junto de adolescentes. É composta por duas aplicações: uma aplicação móvel destinada a adolescentes com idades entre os 12 e os 16 anos, que fornece ferramentas de auto-monitorização, conteúdos educativos, potência a comunicação com profissionais de saúde, e usa elementos de gamificação para facilitar a aprendizagem e aumentar o envolvimento; e uma aplicação *web*, que permite a coordenação do programa de intervenção, o acompanhamento da condição dos adolescentes, e a comunicação com os mesmos.

A plataforma, cujo desenvolvimento se encontra descrito no presente documento, foi utilizada durante as sessões de intervenção realizadas em várias escolas da região centro de Portugal. Embora apenas 32% dos adolescentes abrangidos tenham instalado a aplicação, a experiência foi classificada como positiva e conduziu os adolescentes à autorresponsabilização e monitorização da sua saúde.

Palavras-chave: Obesidade, e-Terapia, *mHealth*, Aplicações Móveis, Aplicações Web

Abstract

Childhood obesity is one of the greatest public health challenges in the 21st century, reaching epidemic proportions. The disease is usually caused by a chronic energy imbalance due to inappropriate eating habits or sedentary behaviour. In addition to an increased risk of developing non-communicable diseases, obesity leads to a decrease in quality of life, with a direct impact on health systems and the economy. According to scientific evidence, physical exercise plays a key role in combating obesity. Besides balancing the daily energy balance, regular exercise has several benefits, such as: improving cardiorespiratory fitness; decreasing the risk of developing cardiovascular diseases; reducing stress and improving mood; and providing a sense of well-being, reducing depression and anxiety.

Prevention is seen as the best option in combating the disease. Comprehensive responses capable of creating environments are required to encourage the adoption of healthy behaviours from an early age. The TeenPower project aims to create a program that promotes healthy behaviours and prevent obesity in adolescence, based on e-therapy and supported by an mHealth platform. The platform, designated TeenPower platform, seeks to take advantage of the latest technologies to promote the adoption of healthy behaviours among teenagers. It consists of two applications: a mobile application aimed at teenagers between the ages of 12 and 16, which provides self-monitoring tools, educational content, promotes communication with health professionals, and uses gamification elements to facilitate learning and increase engagement; and a web application, which allows for management of the intervention program, monitoring of the condition of adolescents, and communication between health professionals and adolescents.

The platform, whose development is described in this document, was used during the intervention sessions held in several schools in the central region of Portugal. Although only 32% of the adolescents included in the intervention program installed the mobile application, the experience was classified as positive and led adolescents to take self-responsibility and monitor their own health.

Keywords: Obesity, e-therapy, *mHealth*, Mobile Applications, Web Applications

Índice

Originalidade e Direitos de Autor	iii
Agradecimentos	iv
Resumo	v
Abstract.....	vi
Lista de Figuras	x
Lista de tabelas	xiii
Lista de siglas e acrónimos	xiv
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento.....	2
1.2. Objetivos	3
1.3. Estrutura do Documento	4
2. Trabalho Relacionado.....	6
2.1. NoObesity.....	7
2.2. HealthApp - KickO	12
2.3. Kiwee Health – Kiwee Fit.....	15
2.4. Key to Health - TreCLifeStyle	16
2.5. 360° Quantified Self.....	18
2.6. Análise Comparativa	19
3. Plataforma TeenPower	23
3.1. Utilizadores	24
3.2. Áreas de Saúde	25

3.3.	Requisitos.....	27
3.4.	Metodologia de Desenvolvimento	29
3.5.	Cronologia	30
4.	Arquitetura.....	33
4.1.	Backend TeenPower	34
4.2.	Aplicação TeenPower	37
4.3.	Sistema de Comunicação.....	38
5.	Implementação	43
5.1.	Autenticação e Autorização	43
5.2.	Gestão de Utilizadores	45
5.3.	Ferramentas de Interação Social.....	47
5.4.	Auto-monitorização do Exercício Físico	53
5.5.	Gestão de Conteúdos Educativos.....	59
5.6.	Gamificação	61
6.	Validação e Testes de Usabilidade.....	65
6.1.	Fase 1 – Estudo de Design	65
6.2.	Fase 2 - Testes de Usabilidade Pré-Produção.....	66
6.3.	Fase 3 – Resultados e Acompanhamento	71
7.	Conclusão.....	74
7.1.	Trabalho Futuro.....	75
8.	Bibliografia	77
9.	Anexos	81
9.1.	Anexo A.....	81

9.2.	Anexo B	81
9.3.	Anexo C	82
9.4.	Anexo D	85
9.5.	Anexo E	85

Lista de Figuras

Figura 1 - Aplicação NoObesity Family - Menu Inicial.....	8
Figura 2 - Aplicação NoObesity Family - Definição de Objetivos e Registo de Progresso.....	9
Figura 3 - Aplicação NoObesity Family - Secções “Health Choices”, “Parent’s Survival Guide” e “Useful Links”.....	9
Figura 4 - Aplicação NoObesity Family - Secção "Healthy Challenges"	10
Figura 5 – Aplicação NoObesity Professional – Menu Inicial e Secção do Progresso da Família	11
Figura 6 - Aplicação NoObesity Professional - Secções "How to Help Families" e "Common Issues".....	11
Figura 7 - Aplicação Kicko Self Track - Menu Principal e secções “Guidelines” e “Meals”.....	13
Figura 8 - Aplicação KickO Self Track – Secção “Habits” e registo de exercício físico.....	14
Figura 9 - Aplicação KickO Self Track - Secção "Results" e entradas das atividades realizadas.....	14
Figura 10 - Aplicação TrecLifeStyle - Registo diário da Alimentação (Adaptado de Design of a Mobile App for Nutrition Education (Trec-LifeStyle) and Formative Evaluation With Families of Overweight Children [15])	17
Figura 11 - 360° Quantified Self – Dashboard de Visualização de Dados	18
Figura 12 – Aplicação Qatar Sense (Adaptado de “360° Quantified Self” [17]).....	19
Figura 13 - Organização de interações por área comportamental através da criação de contentores conceptuais (Esquema baseado na Figura 5, do capítulo 3.3 do livro “TeenPower: Tecnologia e inovação na promoção de comportamentos saudáveis em adolescentes”) [20]	26
Figura 14 - Cronologia do desenvolvimento da plataforma TeenPower	30
Figura 15 – Diagrama de Contexto da Plataforma TeenPower – (Diagrama C4 - Nível 1).....	33
Figura 16 - Diagrama do <i>Backend</i> TeenPower (Diagrama de Contentores - C4 nível 2)	34
Figura 17 - Arquitetura <i>ModelViewViewModel</i> da Aplicação TeenPower	37
Figura 18 - Diagrama do Sistema de Comunicação (Adaptação Diagrama de Componentes - C4 nível 3)....	39
Figura 19 - Backoffice TeenPower: Página de Login	43
Figura 20 – Aplicação TeenPower: Ecrã de Login.....	44
Figura 21 - Processo de Autenticação e Criação de Access Token através da Aplicação TeenPower	44
Figura 22 - <i>Backoffice</i> TeenPower - Lista de Utilizadores.....	45
Figura 23 – <i>Backoffice</i> TeenPower - Criação de um novo utilizador.....	46
Figura 24 – <i>Backoffice</i> TeenPower - Criação de Utilizadores em <i>bulk</i> através de ficheiros .csv ou .xlsx.....	46
Figura 25 - <i>Backoffice</i> TeenPower - Formulário de Confirmação de Conta	47

Figura 26 - Fórum TeenPower (<i>Backoffice</i>) – Gestão de Categorias e Criação de Nova Discussão.....	49
Figura 27 - Fórum TeenPower (<i>Backoffice</i>) - Criação de Novo <i>Post</i>	49
Figura 28 - Fórum TeenPower (Aplicação TeenPower) - Discussões por Categoria e Criação de Nova Discussão	50
Figura 29 - Fórum TeenPower (Aplicação TeenPower) - Badges de Notificações e Visualização de Discussão	50
Figura 30 - <i>Backoffice</i> TeenPower - Início de uma conversa com adolescente.....	51
Figura 31 - Aplicação TeenPower – Comunicação através do <i>chat</i>	52
Figura 32 – <i>Backoffice</i> TeenPower – Email de resumo de interações diárias	53
Figura 33 – Aplicação TeenPower – Cenário “Ginásio” e auto-monitorização de exercício e dados antropométricos.....	54
Figura 34 – Aplicação TeenPower - Resumo semanal e mensal de dados introduzidos	56
Figura 35 - Aplicação TeenPower – Cenário “Parque” e ecrã de “Atividade Física”	56
Figura 36 - <i>Backoffice</i> TeenPower - Dashboard de visualização de dados.....	58
Figura 37 - <i>Backoffice</i> TeenPower – Visualização do histórico de dados	58
Figura 38 - <i>Backoffice</i> TeenPower - Página de “Gestão de Conteúdos”	59
Figura 39 - Aplicação TeenPower - Conteúdos multimédia apresentados nos cenários "Parque" e "Biblioteca"	60
Figura 40 – Aplicação TeenPower - Conteúdos multimédia apresentados nos cenários "Ginásio" e "Casa" ..	61
Figura 41 - Aplicação TeenPower - Quadro de honra (Ranking de pontuações)	62
Figura 42 - <i>Backoffice</i> TeenPower - Quadro de honra (Ranking de pontuações).....	63
Figura 43 - Aplicação TeenPower - Desafios diários	63
Figura 44 - <i>Backoffice</i> TeenPower - Gestão de desafios diários.....	64
Figura 45 - Fases de Validação Plataforma TeenPower – (Adaptado de “TeenPower: development of an adolescent obesity prevention platform from a user-centered design approach” [24])	65
Figura 46 – Tempo médio de conclusão por tarefa e número médio de cliques errados por tarefa durante a fase de entrevista da sessão de testes de usabilidade à Aplicação TeenPower.....	68
Figura 47 - Taxa média de sucesso para a conclusão das tarefas propostas durante a sessão de testes de usabilidade à Aplicação TeenPower	68
Figura 48 - Pontuação média das respostas ao questionário PSSUQ	70
Figura 49 - Pontuação média por métrica do questionário PSSUQ.....	71
Figura 50 – Aplicação TeenPower – Ocorrências registadas pelo <i>Firebase Analytics</i> (período de 30 dias com início em 4 de Dezembro de 2018)	71

Figura 51 – Aplicação TeenPower - Estatísticas de utilização (período de 30 dias com início em 4 de Dezembro de 2018)	72
Figura 52 – Aplicação TeenPower – Estatísticas de utilização por ecrã (período de 30 dias com início em 4 de Dezembro de 2018).....	72
Figura 53 - Aplicação TeenPower – Retenção de utilizadores e respetivo coorte (período de 36 dias com início a 11 de Novembro de 2018).....	73

Lista de tabelas

Tabela 1 - Análise Comparativa - Características das Plataformas <i>mHealth</i>	20
Tabela 2 - Análise Comparativa - Funcionalidades Disponibilizadas pelas Plataformas <i>mHealth</i>	21
Tabela 3 – Aplicação TeenPower - Feedback fornecido consoante valores introduzidos.....	55
Tabela 4 - Aplicação TeenPower - Pontos atribuídos pela participação.....	61
Tabela 5 - Zonas saudáveis para IMC e perímetro da cintura consoante idade e género	81
Tabela 6 - Demografia dos voluntários que participaram nas sessões de validação da usabilidade.....	81
Tabela 7 – Sessão de Testes Usabilidade: Guião de Entrevista e Formulário de Recolha de Informação (1 de 3)	82
Tabela 8 - Sessão de Testes Usabilidade: Guião de Entrevista e Formulário de Recolha de Informação (2 de 3)	83
Tabela 9 - Sessão de Testes Usabilidade: Guião de Entrevista e Formulário de Recolha de Informação (3 de 3)	84
Tabela 10 - Sessão de Testes Usabilidade: Formulário preenchido autonomamente pelo utilizador após explorar a aplicação TeenPower.....	85
Tabela 11 - Dispositivos dos voluntários da sessão de testes de usabilidade à Aplicação TeenPower	85

Lista de siglas e acrónimos

API	<i>Application Programming Interface</i>
APP	Aplicação Móvel TeenPower
BO	<i>Backoffice</i> TeenPower
BT	<i>Backend</i> TeenPower
CoSI	<i>Childhood Obesity Surveillance Initiative</i>
DDR	Dose Diária Recomendada
FCM	<i>Firebase Cloud Messaging</i>
IMC	Índice de Massa Corporal
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económicos
OMS	Organização Mundial de Saúde
PF	Professores
PS	Profissionais de Saúde
REST	<i>Representational State Transfer</i>
SC	Sistema de Comunicação
TIC	Tecnologias de informação e comunicação
UI	<i>User Interface</i>
UX	<i>User Experience</i>

1. Introdução

A obesidade é uma doença caracterizada pela acumulação anormal ou excessiva de gordura corporal, com implicações graves para a saúde. É geralmente o resultado de um desequilíbrio energético crónico entre as calorias consumidas e as calorias despendidas, devido a uma alimentação inadequada e/ou a comportamentos sedentários [1].

A doença constitui um dos maiores desafios para a saúde pública no século XXI, atingindo proporções epidémicas. Em 2016, 39% dos adultos sofriam de excesso de peso e 13% sofriam de obesidade [1]. A sua elevada prevalência conduz a uma diminuição da qualidade de vida, com impacto direto na saúde e na economia. Em média 8,4% dos orçamentos para a saúde dos países da OCDE são gastos no tratamento de doenças relacionadas com o excesso de peso [2].

Talvez ainda mais preocupante seja o rápido crescimento da prevalência da doença em crianças e adolescentes com idades compreendidas entre os 5 e os 19 anos, que aumentou de 4% em 1975 para 18% em 2016 [3]. Segundo a 5ª fase do *Childhood Obesity Surveillance Initiative* (CoSI) - um estudo organizado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que avalia periodicamente o estado nutricional de crianças com idades compreendidas entre os 6 e os 9 anos em 40 países da região europeia - realizada em 2019, as crianças portuguesas apresentam uma prevalência de excesso de peso de 29,6% e de obesidade de 12,0% [4].

Uma vez que os comportamentos adquiridos durante a infância são facilmente propagados para idade adulta, a obesidade infantil está fortemente associada à incidência da doença na idade adulta. Crianças com excesso de peso ou obesas têm uma maior probabilidade de contrair doenças não comunicáveis como diabetes, doenças cardiovasculares, distúrbios ósseos (como por exemplo, artrites), e certos tipos de cancro [5].

Uma das propostas de resposta a este problema, com o principal intuito de prevenir e incentivar comportamentos saudáveis, é a realização de exercício físico diariamente. Para além de aumentar as calorias despendidas e contribuir para o equilíbrio do balanço energético diário, são ainda associados à prática regular de exercício físico [6], benefícios como por exemplo:

- Melhoria da aptidão cardiorrespiratória;

- Diminuição do risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares;
- Melhoria da concentração;
- Melhoria do desempenho acadêmico;
- Redução de stress e melhoria do estado de humor;
- Aumento da sensação de bem-estar e prazer, diminuindo a depressão e a ansiedade;

A prevenção é considerada como o melhor método para o combate à obesidade, uma vez que a maioria dos tratamentos atuais se focam no controlo da doença e não na sua cura. Por este motivo, é necessário criar ambientes que promovam a adoção de estilos de vida saudáveis, assentes na informação e no conhecimento sobre a saúde [1][7].

A emergência das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) veio revolucionar o acesso à informação, sendo cada vez mais importante garantir a disponibilização de informação de qualidade relativamente à saúde [8]. Para além disso, a proximidade dos adolescentes às mais recentes tecnologias - 95% dos adolescentes com idades compreendidas entre os 13 e os 15 anos tem acesso ou possui um *smartphone* [9] - abriu portas para a adoção de novas abordagens, que exploram a utilização de aplicações móveis e *wearables* para fins médicos (*mHealth*). Embora muitos critiquem a utilização destes dispositivos na vida quotidiana dos jovens, por os considerarem prejudiciais à saúde enquanto atividade sedentária, os dispositivos móveis podem constituir uma mais valia na promoção de comportamentos saudáveis, quando integrados com uma estratégia dinâmica para a promoção de comportamentos salutogénicos na adolescência, monitorização e acompanhamento dos adolescentes.

O projeto TeenPower surge como uma abordagem terapêutica multidisciplinar baseada na e-terapia, com o objetivo de prevenir a obesidade na adolescência através da promoção de comportamentos saudáveis, apostando na gamificação e na disponibilização de conteúdos didáticos para consciencializar os adolescentes a adotarem um estilo de vida mais saudável.

1.1. Enquadramento

O projeto *TeenPower* – “TeenPower: e-Empowering teenagers to prevent obesity” - é um projeto transdisciplinar de investigação-ação baseada na prática, que nasce da necessidade de responder à inexistência de uma estratégia integrada, criativa e dinâmica de prevenção de obesidade e promoção de comportamentos saudáveis, identificada por profissionais de saúde e comunidade escolar [6].

Esta necessidade foi encarada como uma oportunidade para explorar sinergias entre diferentes parceiros territoriais da região centro de Portugal, e culminou com a criação e implementação de um programa de intervenção e prevenção suportado por uma plataforma *mHealth*, em várias escolas dos distritos de Leiria, Santarém e Castelo Branco. O projeto integrou uma equipa multidisciplinar composta por profissionais especializados em diferentes áreas científicas, tais como: enfermagem, psicologia, nutrição, desporto, *design*, e engenharia de software, entre outros.

O projeto procura tirar partido da emergência das TIC para e-capacitar adolescentes a adotar estilos de vida saudáveis através do contacto com conteúdos educativos, ferramentas de auto-monitorização e elementos de gamificação que visam aumentar o envolvimento e facilitar a aprendizagem.

O projeto *TeenPower* foi copromovido pelos institutos politécnicos de Leiria, Santarém e Castelo Branco, assim como pelo Município de Leiria, e foi cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional, no âmbito do programa Portugal 2020, através do COMPETE 2020 (POCI-01-0145-FEDER-23557).

1.2. Objetivos

É assim premente, conceber, desenvolver e implementar uma plataforma *mHealth* que dê resposta aos desafios previamente identificados no que diz respeito à promoção de comportamentos saudáveis e de prevenção da obesidade na adolescência [10]. A plataforma *mHealth* deverá ser composta por duas aplicações:

- T1 - A Aplicação TeenPower, uma aplicação móvel para *smartphones Android* destinada exclusivamente a adolescentes com idades compreendidas os 12 e os 16 anos, que permita a auto-monitorização do exercício físico, hábitos alimentares e padrões de descanso, a disponibilização de conteúdos lúdicos e que integre conceitos de gamificação, de forma a aumentar o envolvimento do utilizador;
- T2 - O *Backoffice* TeenPower, uma aplicação web destinada a professores, profissionais de saúde e membros da equipa de investigação, que permite a coordenação do programa de intervenção, e a monitorização, o acompanhamento, e a comunicação com os adolescentes.

Concretamente sobre a promoção do exercício físico foram definidos os seguintes objetivos funcionais (OF) e transversais (OT) para a plataforma a desenvolver:

- OF1 - Criação de ferramentas de auto-monitorização, de fácil de utilização, que permitam aos adolescentes o registo diário dos dados antropométricos e do exercício físico realizado, e que sejam capazes de fornecer *feedback* instantâneo e ajustado ao género e à idade do utilizador (disponível na aplicação T1);
- OF2 - Criação de ferramentas de visualização dos dados introduzidos pelos adolescentes, de forma a permitir o acompanhamento dos mesmos e a identificação de comportamentos de risco (T2);
- OF3 - Criação de ferramentas de comunicação que aproximem os adolescentes dos professores e profissionais de saúde, facilitando a discussão sobre temas relacionados com a saúde e o esclarecimento de eventuais dúvidas (T1 e T2);
- OF4 - Disponibilização de conteúdos educativos que alertem os adolescentes para as consequências da obesidade e promovam a realização de exercício físico (T1 e T2);
- OF5 - Integração de técnicas de gamificação com vista em aumentar o envolvimento dos adolescentes, mais concretamente, adotar *layouts* semelhantes a um jogo, lançar desafios diários, atribuir pontos com base na participação e permitir a consulta de *leaderboards* (T1 e T2);
- OT1 - Desenvolvimento de uma plataforma modular, com uma arquitetura escalável, que permita responder à exigência dos objetivos propostos.

Embora a inclusão de funcionalidades como a definição de objetivos semanais, a atribuição de pontos com base em melhorias comportamentais, jogos educativos, e a integração com *wearables*, fossem consideradas como benéficas, as limitações temporais impostas à execução do projeto, e o facto deste se realizar em contexto académico, levaram a que lhes fosse atribuída uma prioridade mais baixa, não sendo considerados, por isso, como objetivos elementais para a plataforma.

1.3. Estrutura do Documento

O presente documento descreve o trabalho realizado na prossecução dos objetivos delineados anteriormente e que culminaram com o desenvolvimento da plataforma de *mHealth* TeenPower.

O segundo capítulo apresenta trabalho já realizado no contexto da prevenção da obesidade, mais concretamente 5 projetos que tiraram partido da emergência das TIC para promover comportamentos saudáveis e prevenir a obesidade infantil. São analisadas as aplicações desenvolvidas em cada projeto, terminando com uma comparação direta com os objetivos traçados para a plataforma TeenPower.

O capítulo 3 descreve a plataforma, os módulos conceituais e tecnológicos que a compõem, a metodologia adotada durante o processo de desenvolvimento de *software* e a cronologia do trabalho realizado.

O quarto capítulo oferece uma visão detalhada da arquitetura da plataforma TeenPower. Apresenta as arquiteturas internas das duas aplicações, as principais funções de cada aplicação, e as interligações existentes.

O capítulo 5 descreve as principais funcionalidades da plataforma, expondo o funcionamento do sistema como um todo e as soluções encontradas para os principais desafios tecnológicos ultrapassados durante a fase de implementação.

O capítulo 6 aborda as fases de validação pelas quais a plataforma TeenPower foi submetida de forma a garantir a usabilidade do sistema e o alcance dos objetivos propostos.

Por último, o sétimo capítulo apresenta as elações retiradas após o desenvolvimento do projeto, apresentando várias propostas de trabalho futuro.

2. Trabalho Relacionado

A prevenção da obesidade na adolescência é um tema que conta com bastante trabalho de investigação já desenvolvido, existindo vários estudos que identificam os diferentes fatores de risco; e analisam os comportamentos nocivos que contribuem para a obesidade infantil, e que geralmente se propagam para a vida adulta.

Recentemente, a emergência das TIC, e o aumento do número de adolescentes com acesso a um *smartphone*, abriu portas para a adoção de novas abordagens que exploram a utilização de aplicações móveis e *wearables* para fins médicos (*mHealth*). As aplicações desenvolvidas neste contexto, e que visam estudar os efeitos da promoção de comportamentos saudáveis junto de adolescentes como forma de prevenir a obesidade, tendem a incluir ferramentas de: auto-monitorização para o registo dos hábitos alimentares, períodos de sono e descanso, e exercício físico; bem como de visualização de conteúdos educativos. Em alguns casos são utilizadas técnicas de gamificação para incentivar os utilizadores a aprender através da interação com jogos ou conteúdos didáticos. Por norma, as aplicações são desenvolvidas como um dos componentes de uma plataforma mais abrangente, que permite a análise dos dados recolhidos através de *dashboards* de visualização de dados, ou o acompanhamento dos utilizadores através de um *Backoffice*.

As aplicações desenvolvidas são disponibilizadas através de lojas de aplicações como a *Google Play Store (Android)*, ou a *App Store (iOS)*, existindo também algumas situações em que a disponibilização é feita em modo restrito para alguns utilizadores (mais frequente no mundo *Android*). Há também, frequentemente, uma envolvimento de investigação e, como é de conhecimento geral, a preocupação com a proteção de dados e os níveis de permissão às funcionalidades leva a que algumas destas aplicações restrinjam o acesso às suas funcionalidades através de processos de autenticação e autorização, limitando o acesso a utilizadores não incluídos no projeto.

As seguintes secções apresentam cinco plataformas desenvolvidas em projetos *mHealth*, selecionadas para avaliação por possuírem características semelhantes à plataforma proposta pelo projeto TeenPower. Por último, é apresentada uma análise comparativa entre as plataformas investigadas e a plataforma TeenPower, expondo as características semelhantes e os pontos diferenciadores.

2.1. NoObesity

Fruto de uma colaboração entre a *Health Education England* (HEE) e o Departamento de Saúde Pública da Universidade de Southampton, a plataforma NoObesity tem como objetivo auxiliar profissionais de saúde a ajudar famílias a adotar um estilo de vida mais saudável, através da aprendizagem e com recurso a conteúdos educativos [11].

A plataforma é composta por duas aplicações que trabalham em conjunto: a NoObesity Family; e a NoObesity Professional. Ambas as aplicações foram desenvolvidas através de uma abordagem *user-centered* e em constante colaboração com profissionais de saúde. A NoObesity Family é destinada a famílias com crianças com idades até 15 anos e encoraja as mesmas a realizar escolhas mais saudáveis em relação à sua alimentação e exercício físico. Para isto, a aplicação dinamiza a aprendizagem através de conteúdos educacionais, jogos interativos, e permite a definição de objetivos semanais e o registo do progresso.

A NoObesity Professional destina-se aos profissionais de saúde que acompanham as famílias na sua jornada. A conta utilizada pela família poderá ser associada à conta de um profissional de saúde, permitindo que este visualize o progresso da família e forneça *feedback* personalizado.

Ambas as aplicações possuem versões para *smartphones* iOS ou *Android*, encontrando-se disponíveis para *download* nas respetivas lojas desde o primeiro trimestre do ano de 2019. As seguintes secções detalham as funcionalidades de cada aplicação, tendo em especial atenção as funcionalidades dedicadas à realização de exercício físico.

2.1.1. NoObesity Family

A aplicação NoObesity Family ajuda famílias a adotar estilos de vida mais saudáveis através de várias funcionalidades acessíveis através do seu menu principal (Figura 1). Para cada funcionalidade, a aplicação dedica igual importância à alimentação saudável e à prática de exercício físico.



Figura 1 - Aplicação NoObesity Family - Menu Inicial

A aplicação encoraja a adoção gradual de estilos de vida saudáveis através de objetivos semanais para toda a família, os quais podem ser definidos na secção “Set Family Goals”. Ao definir um objetivo, as famílias poderão escolher de um conjunto de objetivos pré-existentes como “Andar de bicicleta”, “Fazer refeições mais saudáveis”, “Praticar um novo desporto”, entre outros, ou, então, criar um objetivo personalizado. Durante este processo é necessário indicar:

- A quantidade de vezes que planeiam completar o objetivo semanalmente;
- A quantidade de vezes que completam o objetivo semanalmente;
- Os obstáculos que possam dificultar a conclusão do objetivo;
- O grau de confiança que têm sobre a conclusão do objetivo;
- E a importância que a conclusão do objetivo tem para a família;

Após definir um objetivo, as famílias poderão registar o seu progresso através da secção “Record Family Progress”, indicando os dias da semana nos quais foram bem-sucedidos (ver Figura 2).

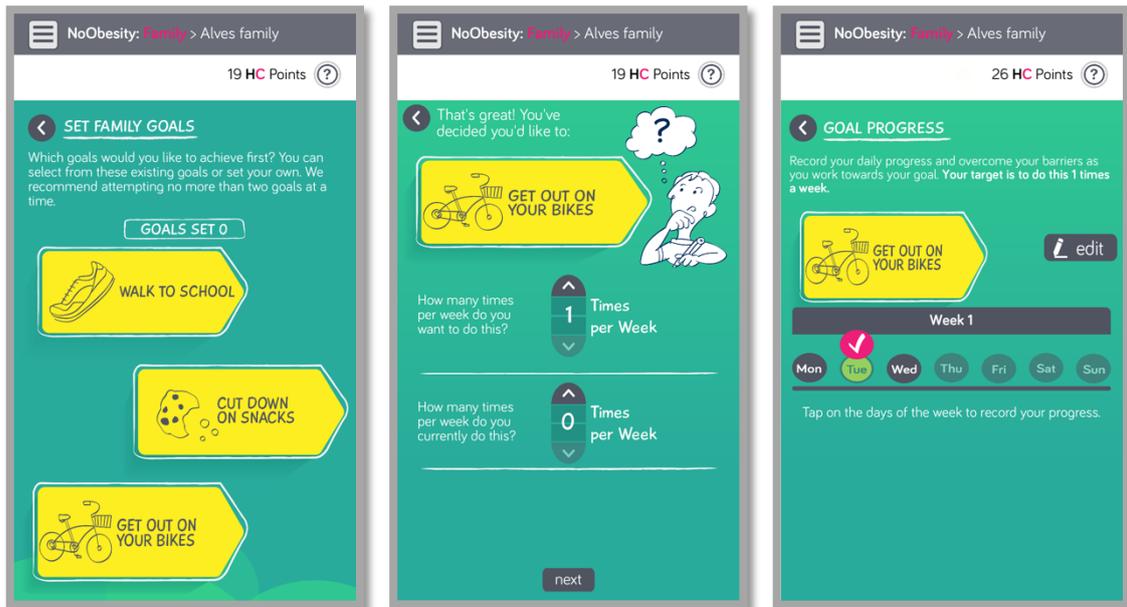


Figura 2 - Aplicação NoObesity Family - Definição de Objetivos e Registo de Progresso

A secção “Healthy Choices” dá a conhecer novas formas de praticar exercício, enquanto que a secção “Parent’s Survival Guide” ajuda os pais a ultrapassar alguns dos desafios encontrado ao tentar encorajar os seus filhos a adotar um estilo de vida saudável. A secção “Useful Links” permite a consulta de websites que se dedicam a atividades que podem ajudar a combater estilos de vida menos adequados.

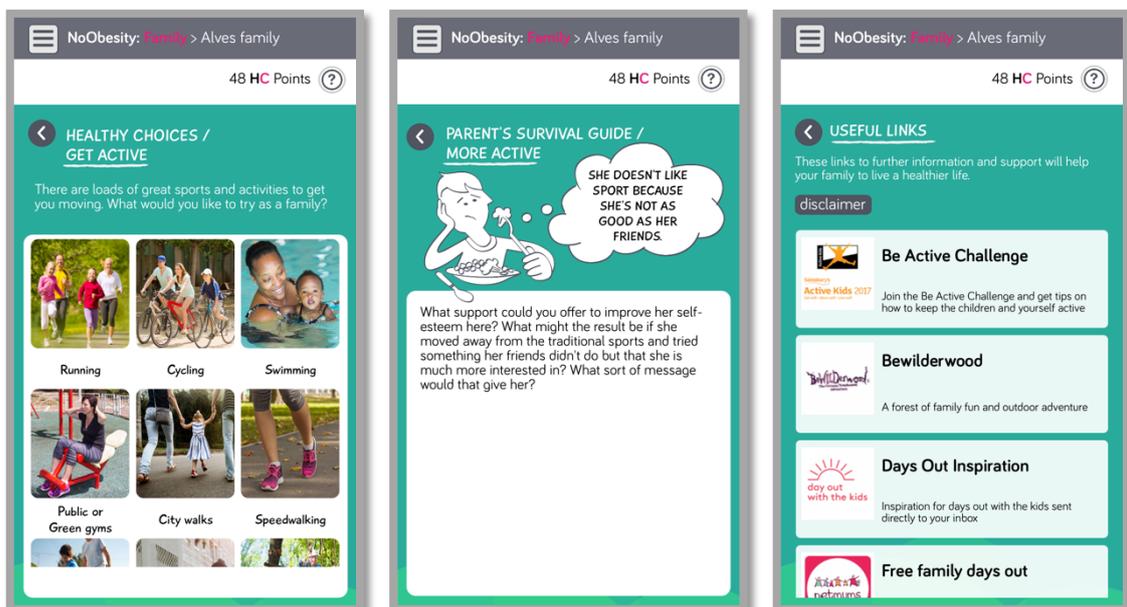


Figura 3 - Aplicação NoObesity Family - Secções “Health Choices”, “Parent’s Survival Guide” e “Useful Links

A secção “Healthy Challenges” contém jogos interativos que procuram incentivar a aprendizagem dos mais pequenos utilizando gamificação. O jogo “Energy in – Energy out”, apresentado na Figura 4, ensina o valor calórico de alguns alimentos e o exercício necessário para gastar a energia adquirida ao ingerir o alimento.

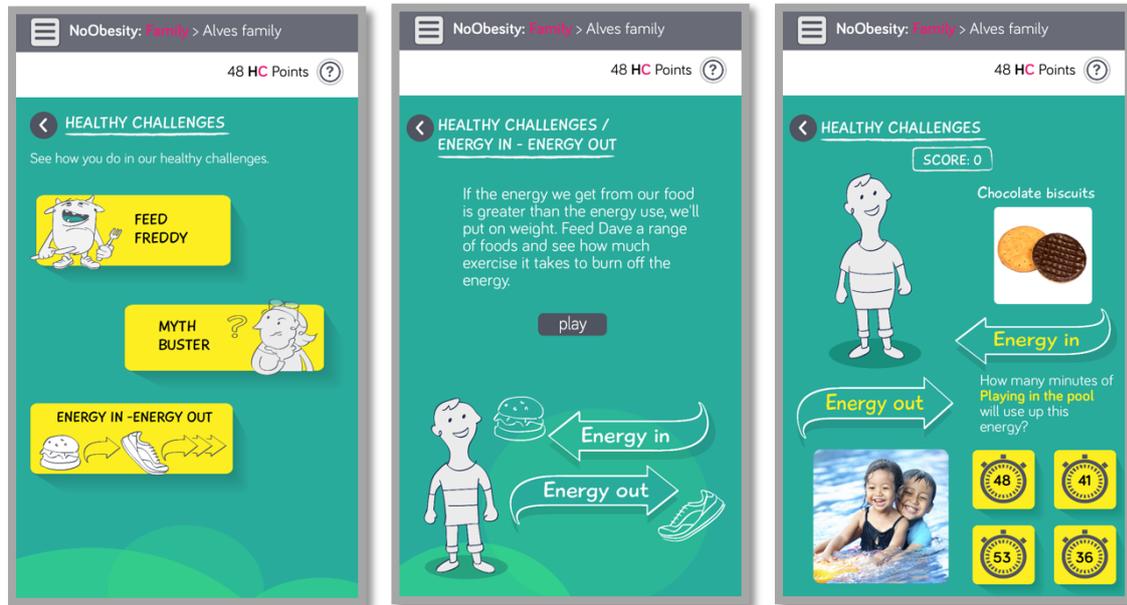


Figura 4 - Aplicação NoObesity Family - Secção "Healthy Challenges"

Por último, ao interagir com a aplicação, as famílias acumulam pontos e troféus, que poderão ser consultados na sub-secção “See your Progress” da secção “Record Family Progress”.

2.1.2. NoObesity Professional

A aplicação NoObesity Professional permite que profissionais de saúde acompanhem famílias que utilizam a NoObesity Family. Para aceder aos dados de uma família é necessário realizar um processo de associação de contas, que requer o *scan* do código QR associado ao profissional de saúde por parte da aplicação NoObesity Family. Após este processo, o profissional de saúde poderá consultar os objetivos definidos, o progresso conseguido, e ainda os pontos e troféus acumulados pela família. A visualização desta informação permite que os profissionais de saúde forneçam *feedback* personalizado.

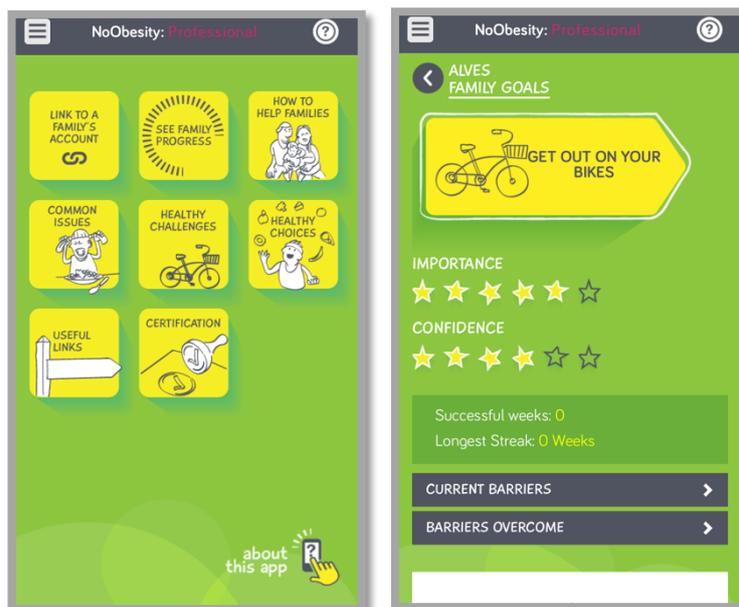


Figura 5 – Aplicação NoObesity Professional – Menu Inicial e Secção do Progresso da Família

As secções “How to Help Families” e “Common Issues” atuam como um manual de apoio ao profissional de saúde, contendo respostas a perguntas que as famílias possam ter, e recomendações sobre como abordar diferentes casos familiares. Embora as secções “Healthy Challenges” e “Healthy Choices” sejam partilhadas com a aplicação NoObesity Family, a secção “Useful Links” diferencia-se ao fornecer conteúdo direcionado aos profissionais de saúde, nomeadamente, contactos para outros profissionais de saúde e tópicos sobre como abordar determinadas dinâmicas familiares.

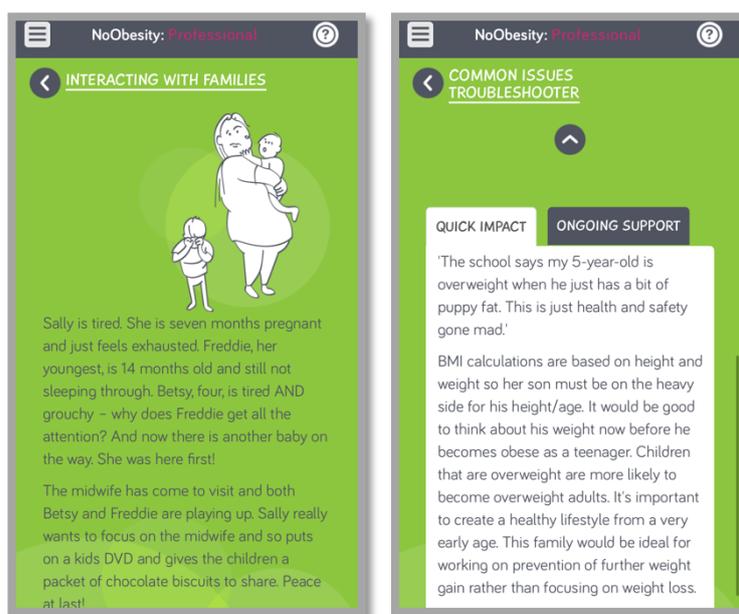


Figura 6 - Aplicação NoObesity Professional - Secções "How to Help Families" e "Common Issues"

2.2. HealthApp - KickO

A plataforma KickO foi desenvolvida pela HealthApp, em colaboração com o Clinical Research Brain, Cognition and Behavior of Consorci Sanitari, e apresenta-se como uma plataforma *mHealth* para o combate à obesidade e promoção de comportamentos saudáveis relativos à alimentação e exercício físico [12].

A abordagem adotada pela KickO é baseada na Terapia Cognitiva Comportamental (TCC) e integra conceitos da Terapia de Aceitação e Compromisso (ACT). Tem como objetivo a identificação de comportamentos disfuncionais e processos cognitivos inadequados, e a consciencialização dos utentes para o impacto dos seus hábitos quotidianos. Assim, a KickO procura tirar partido das tecnologias emergentes para montar uma plataforma *mHealth*, que ajuda os seus utentes a adotar estilos de vida saudáveis e mentalidades adequadas para a perda de peso, e que é composta pelas seguintes aplicações:

- a KickO Self Track, uma aplicação móvel destinada aos utentes que sofrem de excesso de peso ou obesidade, e que permite o registo dos hábitos diários (alimentação e exercício físico) e a consulta de conteúdos educativos;
- a KickO, uma aplicação móvel destinada aos profissionais de saúde e que permite o acompanhamento dos utentes, possibilitando a visualização dos dados introduzidos pelos utentes;
- o *Backoffice*, uma aplicação *web* que disponibiliza funcionalidades semelhantes às encontradas na aplicação KickO.

Ambas as aplicações móveis estão disponíveis para *smartphones* iOS, encontrando-se publicadas na AppStore desde o primeiro trimestre do ano de 2017. O acesso às aplicações é restrito. Embora a KickO Self Track permita a criação de uma conta de utilizador através de um processo de registo simples, as contas de utilizador utilizadas para aceder à KickO e ao *Backoffice* são geridas pelos administradores do projeto, sendo necessário contactar os administradores do projeto para obter credenciais de acesso. Uma vez que foi realizado um pedido formal para obter credenciais de acesso válidas e o mesmo não obteve resposta, a seguinte secção explora apenas a aplicação KickO Self Track, focando-se nas funcionalidades dedicadas ao exercício físico.

2.2.1. KickO Self Track

A aplicação Kicko Self Track fornece aos seus utilizadores um conjunto de ferramentas para a auto-monitorização dos seus hábitos diários, e conteúdos educativos relacionados com a alimentação e a prática de exercício físico. Tal como apresentado na Figura 7, ecrã à esquerda, a aplicação encontra-se dividida em quatro partes.

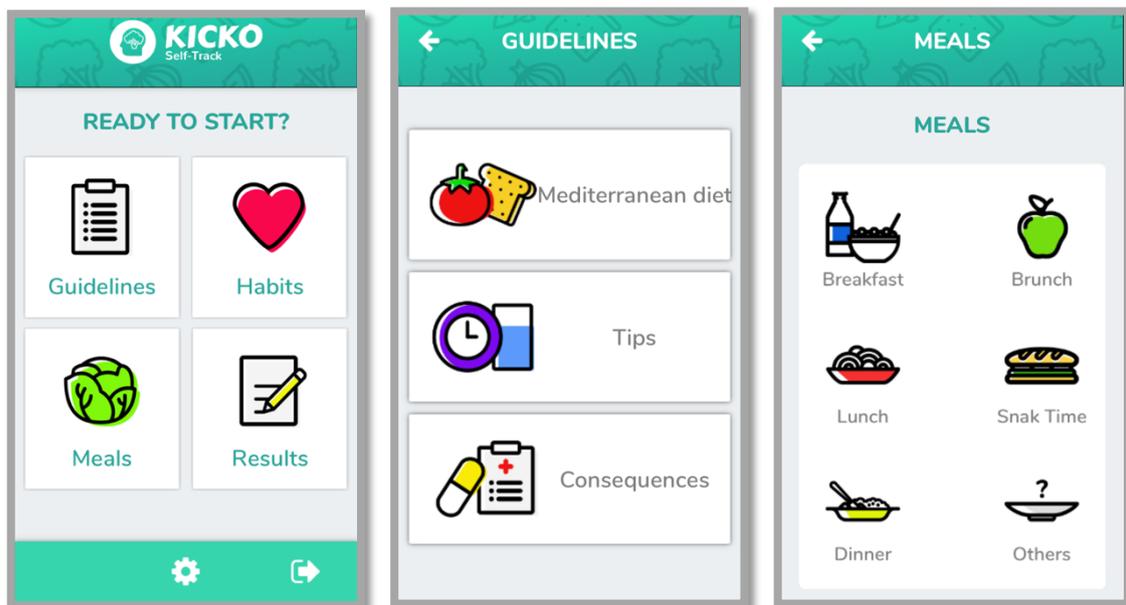


Figura 7 - Aplicação Kicko Self Track - Menu Principal e secções “Guidelines” e “Meals”

A secção “Guidelines” (Figura 7, ecrã central) permite a consulta de informação importante sobre a dieta mediterrânica, as consequências médicas da obesidade, e conselhos para o combate de hábitos nocivos.

A secção “Meals” (Figura 7, ecrã à direita) e as subsecções “Have you restricted yourself” e “Have you binged” (Figura 8) são dedicadas ao registo dos hábitos alimentares do utilizador, mais concretamente, ao registo das refeições diárias, episódios de restrição alimentar e episódios de consumo excessivo.

O registo do exercício físico é efetuado através da subsecção “Exercise” da secção “Habits” (Figura 8). Para registar a prática de exercício o utilizador deverá indicar:

- as atividades que realizou (dentro das disponíveis na aplicação);
- a duração do exercício;
- o seu estado de espírito do utilizador;
- o grau de intensidade.

Os dados de auto-monitorização introduzidos pelo utilizador são posteriormente utilizados pelos profissionais de saúde para identificar hábitos inadequados, fornecer *feedback* personalizado, e ajudar a combater estados de espírito e sentimentos de culpabilização prejudiciais à saúde mental do utilizador, podendo ser visualizados não só através da aplicação KickO mas também através do *Backoffice*.

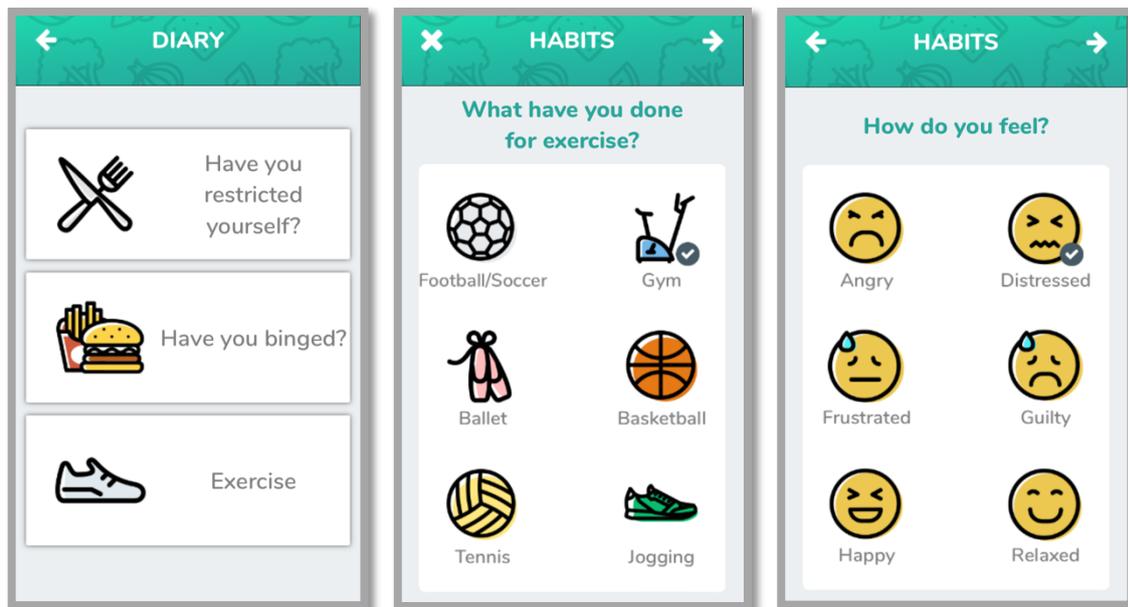


Figura 8 - Aplicação KickO Self Track – Secção “Habits” e registo de exercício físico

Por fim, a secção “Results” permite que o utilizador consulte os dados introduzidos em cada dia, encontrando-se organizados por tipo de registo (hábitos alimentares ou exercício físico).

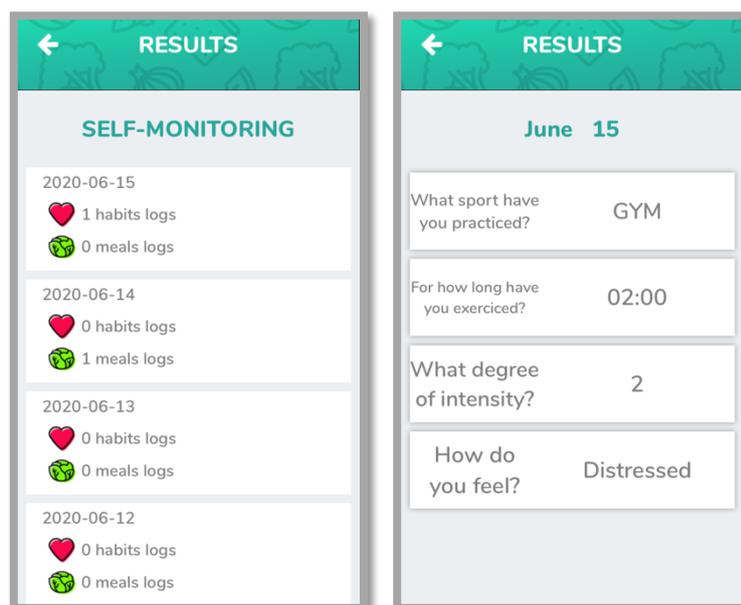


Figura 9 - Aplicação KickO Self Track - Secção "Results" e entradas das atividades realizadas

2.3. Kiwee Health – Kiwee Fit

A Kiwee Fit apresenta-se como uma plataforma *mHealth* que procura incentivar adolescentes com excesso de peso a assumir controlo sobre a sua saúde e a adotar comportamentos saudáveis [13]. A plataforma foi desenvolvida pela Kiwee Health, e é composta por uma aplicação móvel utilizada pelos adolescentes no seu dia a dia, e por uma aplicação web destinada aos profissionais de saúde que acompanham os adolescentes.

A aplicação móvel fornece aos seus utilizadores uma forma fácil e independente de se auto-monitorizarem, permitindo o registo diário de hábitos alimentares e padrões de exercício físico. Para incentivar o utilizador a adotar um estilo de vida saudável e encorajá-lo a melhorar os seus hábitos diários de uma forma gradual, são propostos um conjunto de objetivos semanais, que têm por base os dados de auto-monitorização que o próprio adolescente introduziu. Embora os objetivos propostos sejam ajustados aos hábitos recentes do utilizador, poderão ser definidos objetivos mais ou menos ambiciosos. Exemplos de objetivos propostos incluem: caminhar mais 1000 passos que a semana anterior; ingerir menos alimentos gordurosos ou doces; e reduzir as porções das refeições.

As ferramentas de auto-monitorização alimentar procuram conhecer não só a composição das refeições diárias, mas também a quantidade e a qualidade dos alimentos ingeridos. É também dedicada uma secção à auto-monitorização da hidratação diária, através do registo dos líquidos ingeridos. Ao registar uma refeição o utilizador terá de indicar:

- Se comeu pouco, o adequado ou em excesso;
- Se a refeição incluiu demasiados elementos gordurosos ou doces;
- Se a refeição foi equilibrada;

A auto-monitorização da atividade física é conseguida através de pulseiras *Fitbit*, que contam os passos caminhados pelo utilizador, e registam os períodos de atividade física durante o dia. Os dados captados pela pulseira, nomeadamente os passos caminhados diariamente, são apresentados na página inicial da aplicação. O utilizador poderá obter uma perspetiva sobre o estado da sua saúde, através de feedback personalizado que apresenta os problemas normalmente associados a pessoas que se encontram no mesmo intervalo de Índice de Massa Corporal (IMC).

A aplicação conta ainda com um sistema de pontuações que atribui pontos ao utilizador sempre que este utiliza as ferramentas de auto-monitorização, utiliza a sua pulseira *Fitbit*,

ou alcança os objetivos semanais propostos, procurando incentivar o utilizador a utilizar a aplicação diariamente desta técnica de gamificação.

Por último, embora a aplicação móvel possa ser usada de forma independente, a conta do utilizador poderá ser associada a um profissional de saúde, permitindo que este visualize os dados introduzidos na aplicação através do *Backoffice*. A aplicação *web* fornece ferramentas de visualização e análise de dados que permitem a compreensão do estilo de vida do adolescente, a identificação de comportamentos de risco e o acompanhamento do progresso do utilizador relativamente aos objetivos semanais.

2.4.Key to Health - TreCLifeStyle

O projeto “*Key to Health*” visa prevenir doenças crónicas como a obesidade e diabetes tipo 2 através da promoção de estilos de vida saudáveis, atuando nas áreas de nutrição e atividade física [14]. A aplicação TreCLifeStyle foi desenvolvida pela Fundação Bruno Kessler, no contexto do projeto “*Key to Health*”, com o objetivo de estudar os efeitos da promoção de comportamentos saudáveis junto de famílias com crianças que sofrem de obesidade.

A aplicação foi desenvolvida como parte da plataforma TreC, uma ferramenta para registo de dados clínicos utilizada na região de Trento (Itália), que facilita a partilha de informação entre profissionais de saúde e permite que os utentes acompanhem a sua saúde virtualmente. No caso da TreCLifeStyle, os dados obtidos através da aplicação são enviados para a plataforma, de forma a poderem ser consultados pelos profissionais de saúde durante o processo de acompanhamento.

As funcionalidades disponibilizadas pela TreCLifeStyle podem ser divididas em três secções:

- Disponibilização de conteúdo educacional relativo à nutrição;
- Ferramentas de auto-monitorização para registo dos hábitos alimentares;
- Ferramentas de auto-monitorização para registo do exercício físico;

Os conteúdos educacionais disponibilizados procuram informar as famílias não só sobre os benefícios de uma dieta mediterrânica equilibrada, mas também sobre as doses diárias recomendadas (DDR) para cada tipo de alimento (roda dos alimentos).

Embora a aplicação seja direcionada ao combate da obesidade infantil e às crianças em particular, é recomendada a instalação da mesma no *smartphone* de um dos pais da criança, de modo a garantir a fiabilidade dos dados introduzidos diariamente. As ferramentas de auto-monitorização alimentar da aplicação permitem o registo dos alimentos ingeridos em cada refeição (Figura 10, ecrã central). Após introduzir refeições, o utilizador poderá obter *feedback* sobre a sua alimentação através de um *dashboard* interativo que disponibiliza métricas como: se comeu pouco, o adequado, ou em excesso de um grupo alimentar; as calorias ingeridas por refeição; e a quantidade de nutrientes e calorias ingeridas por dia. A aplicação fornece ainda uma funcionalidade para o planeamento da lista de compras (Figura 10, ecrã à direita).



Figura 10 - Aplicação TreCLifeStyle - Registo diário da Alimentação (Adaptado de Design of a Mobile App for Nutrition Education (TreC-LifeStyle) and Formative Evaluation With Families of Overweight Children [15])

A auto-monitorização do exercício físico é conseguida com recurso a *wearables*, mais concretamente pulseiras que registam atividade física e que acompanham a criança no seu dia a dia. Estes dispositivos têm a capacidade não só de contar os passos dados, mas também as calorias despendidas durante os períodos de atividade física. Os dados captados pelo dispositivo são apresentados na página inicial da aplicação (Figura 10, secção inferior do ecrã à esquerda), sendo recomendado que o utilizador caminhe 10000 passos diariamente.

A aplicação TreCLifeStyle foi desenvolvida por uma equipa multidisciplinar de profissionais de saúde e seguindo uma abordagem *user-centered*. A aplicação foi alvo de dois estudos de usabilidade através de programas de intervenção *mHealth* que abrangeram

várias famílias da região de Trento (Itália) com crianças com excesso de peso ou obesidade. Os métodos utilizados durante estes estudos, bem como os resultados obtidos, podem ser consultados em [15] e [16].

2.5. 360° Quantified Self

O projeto 360° Quantified Self foi desenvolvido pela universidade Hamad bin Khalifa University do Qatar, e procura oferecer uma visão holística dos fatores que contribuem para a contração de doenças crónicas como a obesidade e diabetes tipo 2 [17]. O projeto procura tirar partido das mais recentes tecnologias para combinar dados provenientes de várias fontes e criar um dashboard de visualização de dados que permite obter uma visão abrangente do estilo de vida de cada utente [18] (Figura 11).

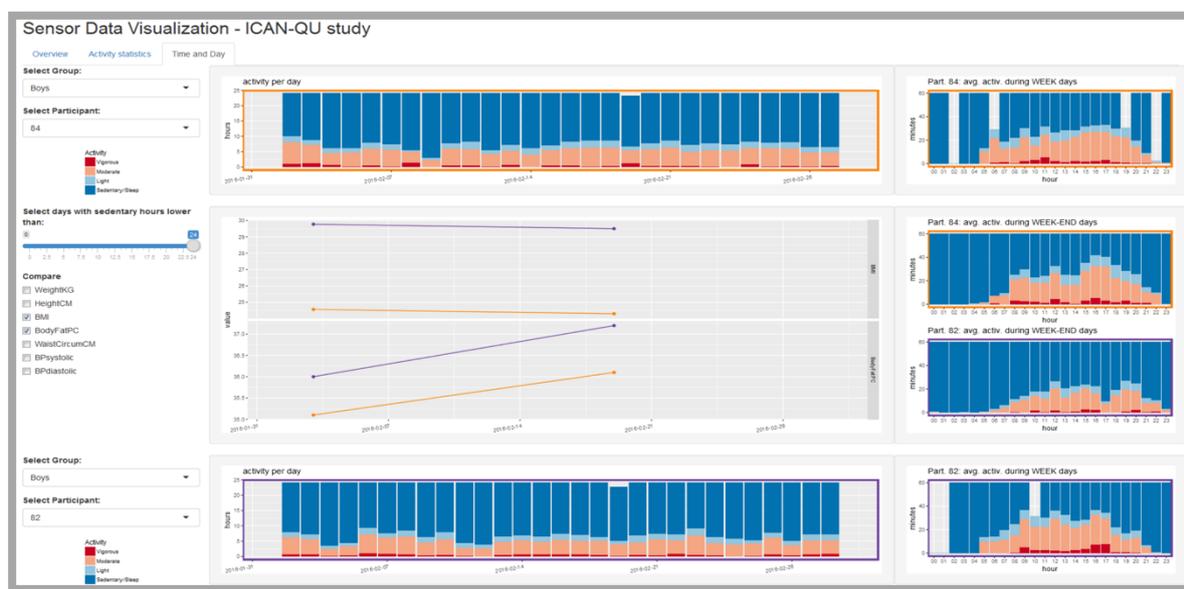


Figura 11 - 360° Quantified Self – Dashboard de Visualização de Dados

Os dados apresentados no dashboard resultam da combinação de Eletronic Health Records (EHR) já existentes; dados obtidos através dos sensores de dispositivos móveis ou wearables que acompanham um utente no dia a dia; dados relativos à saúde mental; e, outras informações médicas relevantes extraídas através de interações dos utentes com redes sociais como o Facebook, o Twitter e o Reddit [17].

Para obter dados relativos à atividade dos utentes, foi utilizada a aplicação móvel QatarSense, direcionada a crianças com idades compreendidas entre os 8 e 12 anos, e que permite a recolha de padrões de atividade física através de sensores existentes no smartphone (Figura 12). A aplicação utiliza conceitos de gamificação para incentivar a sua utilização,

nomeadamente, a utilização de *leaderboards* para visualizar o progresso comparativamente a outros utilizadores.

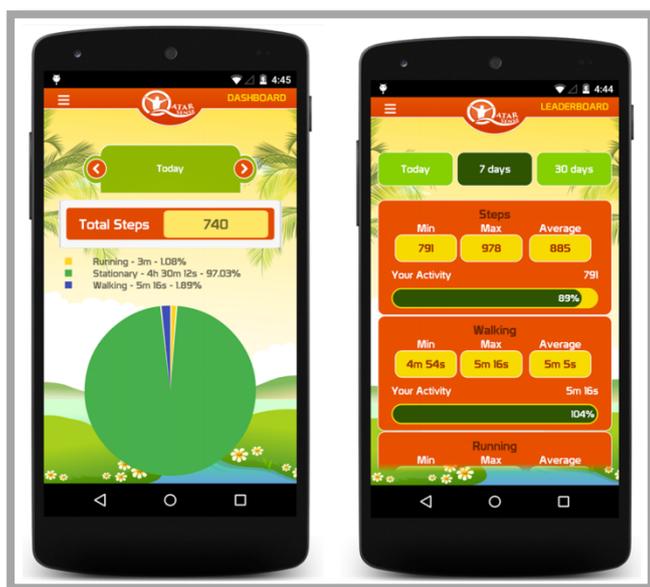


Figura 12 – Aplicação Qatar Sense (Adaptado de “360° Quantified Self” [17])

2.6. Análise Comparativa

A análise de várias plataformas *mHealth* focadas na prevenção ou no combate à obesidade permitiu identificar os pontos comuns e diferenciadores relativamente aos objetivos propostos para plataforma TeenPower. As tabelas Tabela 1 e Tabela 2 apresentam um resumo das características e funcionalidades de cada plataforma analisada, efetuando uma comparação direta com a plataforma TeenPower.

Os objetivos definidos para a plataforma TeenPower foram apresentados no capítulo 1 e resultaram de um vasto trabalho de investigação. Contudo, uma vez que a execução do projeto foi limitada a um período temporal, foram identificadas as seguintes funcionalidades como prioritárias:

- A plataforma deverá fornecer ferramentas de auto-monitorização de fácil utilização e que permitam registar a atividade física diária, sob a forma de passos caminhados, e abdominais e flexões realizadas, e a evolução de dados biométricos como a altura, o peso e o perímetro da cintura [OF1];
- A plataforma deve possibilitar a visualização dos dados obtidos através das ferramentas de auto-monitorização, sob a forma de gráficos interativos que permitam

a visualização dos dados de um determinado período temporal, agrupados por dia, semana ou mês [OF2];

- A plataforma deverá promover a comunicação entre profissionais de saúde, professores e adolescentes, através de fóruns de discussão e/ou mensagens privadas (*chat*), de forma a facilitar a comunicação entre os mesmos e permitir que os adolescentes esclareçam dúvidas acerca da sua saúde [OF3];
- A plataforma deverá permitir a consulta de conteúdos educativos que promovam comportamentos saudáveis (vídeos, *posters*, folhetos informativos, e receitas saudáveis) em secções específicas da aplicação móvel (T1) ou partilhados através das ferramentas de comunicação mencionadas anteriormente [OF4];
- A T1 deverá integrar técnicas de gamificação que incentivem a sua utilização, devendo apresentar uma estrutura e *layouts* semelhantes aos de um jogo, atribuir pontos com base na participação e permitir a consulta de um quadro de honra, e lançar desafios diários que incentivem a adoção de comportamentos saudáveis [OF5].

Tabela 1 - Análise Comparativa - Características das Plataformas mHealth

Características	Plataformas					
	NoObesity	KickO	Kiwee Fit	TrECLifeStyle	360° Quantify Self	TeenPower
Versão Android	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim (T1)
Versão iOS	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
<i>BackOffice</i>	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim (T2)
Público Alvo	Adolescentes (<=15)	Todos	Adolescentes	Adolescentes	Todos	Adolescentes (12 - 16)
Acompanhamento por profissionais de saúde	Sim	Sim	Opcional	Sim	Sim	Opcional
Objetivo	Prevenção	Tratamento	Tratamento	Tratamento	Prevenção	Prevenção
Conexão a wearables	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não
Acesso Restrito à App	Não	Parcial	N/A	Sim	N/A	Sim

Acesso Restrito ao <i>Backoffice</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Suporte Multilíngue	Não (en)	Sim (es, ca, en)	Não (en)	Não (it)	Não (en)	Não (pt)

Tabela 2 - Análise Comparativa - Funcionalidades Disponibilizadas pelas Plataformas *mHealth*

Funcionalidades		Plataformas					
		NoObesity	KickO	Kiwee Fit	TreCLiFeStylE	360° Quantify Self	TeenPower
Alimentação ¹	Registo de Refeições	Parcial	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
	Registo da Hidratação	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim
Atividade Física [OF1]	Passos Caminhados	Parcial	Sim	Não	Não	Parcial	Sim
	Exercícios realizados	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Dados antropométricos	Não	Não	Parcial	Não	Não	Sim
	Calorias Despendidas	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim
Auto-monitorização diária [OF1]		Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Feedback personalizado [OF1]		Sim	Não	Parcial	Sim	Parcial	Sim
Interação social através de fóruns ou chats [OF3]		Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Conteúdos educacionais (vídeos, posters, folhetos, receitas, links) [OF4]		Sim	Sim	Parcial	Não	Não	Sim
Definição de objetivos [OF5]		Sim	Não	Sim	Não	Não	Parcial
“Designed like a game” [OF5]		Parcial	Não	Não	Não	Não	Sim
Jogos integrados na aplicação		Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Atribuição de Pontos [OF5]	Com base em comportamentos positivos e cumprimento de objetivos	Sim	Sim	Sim	Não	Parcial	Parcial
	Com base na utilização da aplicação	Sim	N/A	Sim	Não	Não	Sim
Quadro de honra (<i>leaderboards</i>) [OF5]		Não	Não	Não	Não	Parcial	Sim

¹ Objetivos definidos para plataforma TeenPower apresentados em [21]

Comparativamente às plataformas analisadas, a plataforma TeenPower diferencia-se por:

- Colocar ênfase na utilização de técnicas de gamificação para incentivar o uso da aplicação móvel (T1);
- Encurtar a distância entre profissionais de saúde, professores, e adolescentes, ao permitir que estes comuniquem através de vários meios (*chat* e fórum) [OF3];
- Disponibilizar uma solução destinada ao mercado Português, procurando dar resposta às necessidades identificadas por parceiros territoriais;

Para além disso, o foco em disponibilizar ferramentas de auto-monitorização não só de fácil acesso, mas também de fácil utilização e que forneçam *feedback* personalizado, procura aumentar o número de adolescentes consciencializados para a necessidade de auto-monitorizar os hábitos diários e identificar comportamentos nocivos para a sua saúde.

As seguintes secções oferecem uma perspetiva tecnológica da plataforma TeenPower, explorando as aplicações que a compõem, os perfis de utilizadores existentes, os requisitos funcionais e não funcionais implementados, e a cronologia do desenvolvimento da mesma.

3. Plataforma TeenPower

A plataforma TeenPower é uma plataforma *mHealth* que surge no contexto do programa de intervenção colocado em prática pelo projeto TeenPower [19], como forma de tirar partido da emergência das Tecnologias de Informação e Comunicação para promover comportamentos saudáveis e prevenir a obesidade na adolescência. A plataforma é composta por três aplicações: a Aplicação TeenPower (APP); o *Backend TeenPower* (BT); e o Sistema de Comunicações (SC).

A Aplicação TeenPower é uma aplicação móvel desenvolvida para *smartphones Android*, destinada a adolescentes com idades compreendidas entre os 12 e os 16 anos. A aplicação tem como objetivo encorajar a adoção de comportamentos saudáveis de forma a prevenir a obesidade na adolescência, adotando conceitos de “gamification” (apresenta características semelhantes a um jogo) de forma a incentivar a sua utilização. Sucintamente, a aplicação permite aos adolescentes:

- aceder a conteúdos educacionais como vídeos, posters e folhetos informativos (imagens);
- utilizar ferramentas de auto-monitorização para registar hábitos alimentares, períodos de descanso e exercício físico;
- utilizar fóruns de discussão ou mensagens privadas (*chat*) para dialogar sobre tópicos relacionados com a sua saúde, garantindo o contacto com os profissionais de saúde e outros adolescentes.

O *Backend TeenPower* é uma aplicação web com duas vertentes. Por um lado, a aplicação disponibiliza uma *Application Programming Interface* (API) que é utilizada pela Aplicação TeenPower para armazenar os dados introduzidos pelos adolescentes. Por outro, a aplicação permite aos professores, profissionais de saúde, e membros da equipa TeenPower, a coordenação do programa de intervenção através de um *Backoffice* interativo, que contém as seguintes funcionalidades:

- gerir utilizadores;
- gerir conteúdos educativos;
- interagir com os adolescentes que utilizam a aplicação móvel através dos fóruns de discussão e de mensagens privadas (*chat*);

- aceder a um *dashboard* que permite a visualização dos dados recolhidos pela aplicação.

O Sistema de Comunicação é uma aplicação *web*, sem interface gráfica, que auxilia o *Backend* TeenPower no envio de e-mails, notificações *push* e na transmissão de dados através de *websockets*. Esta aplicação foi criada com o objetivo de colmatar as limitações existentes no ambiente de produção do *Backend* TeenPower, o qual foi definido através de um requisito não funcional introduzido já na reta final do desenvolvimento da plataforma.

As seguintes secções descrevem os perfis de utilizador que interagem com a plataforma, as áreas de saúde abrangidas, os requisitos funcionais e não funcionais propostos, a metodologia de desenvolvimento adotada, e a execução do desenvolvimento da plataforma.

3.1. Utilizadores

As interações com a plataforma TeenPower podem provir de quatro tipos de utilizador: Administradores/Membros Investigadores da Equipa TeenPower; Profissionais de Saúde (PS); Professores (PF); e Adolescentes. Embora todos os perfis tenham acesso à aplicação móvel, apenas os Professores, Profissionais de Saúde e Administradores podem aceder ao *Backoffice*.

Cada perfil de utilizador tem associado um conjunto de permissões e restrições de acesso, que limitam as funcionalidades e os dados a que o utilizador tem acesso. Os perfis de utilizador encontram-se estruturados segundo a seguinte hierarquia:

- os Adolescentes apenas podem aceder à aplicação móvel (T1) e comunicar com outros adolescentes pertencentes à sua escola;
- os Professores podem consultar, visualizar o perfil e as pontuações dos adolescentes da sua escola, conseguindo comunicar com os mesmos através do *chat* ou pelo fórum de discussão (T2);
- os Profissionais de Saúde estendem as permissões dos Professores, tendo acesso a toda a informação de todos os Adolescentes pertencentes a escolas onde exercem funções de acompanhamento. Podem, ainda, adicionar novos utilizadores e consultar os dados de auto-monitorização captados pela aplicação (T2);

- os Administradores têm acesso total à plataforma, acrescentando às permissões dos Profissionais de Saúde o acesso ilimitado a funcionalidades de gestão, tanto de utilizadores como de conteúdos educacionais (T2).

3.2. Áreas de Saúde

O programa de intervenção TeenPower abrange quatro áreas do comportamento de vida saudável igualmente relevantes: alimentação; atividade física; relações interpessoais; sono e repouso. De modo a operacionalizar a interação dos vários utilizadores com a plataforma tendo em conta estas quatro áreas, foram criados módulos transversais a ambas as aplicações que possibilitam a obtenção e análise de dados fidedignos com o objetivo de melhorar o bem estar dos adolescentes, enquanto se promovem hábitos de vida mais saudáveis [20].

As interações dos utilizadores com a plataforma podem ser agrupadas em quatro categorias principais:

- a Auto-Monitorização – resume-se à inserção de dados reais (realizada pelos adolescentes através da aplicação móvel) relativos a comportamentos reais do quotidiano;
- a Auto-Aprendizagem - assimilação de comportamentos saudáveis através da consulta de recursos educativos e didáticos;
- a Visualização – análise dos dados adquiridos de forma a identificar comportamentos nocivos;
- a Intervenção – implementação de uma resposta adequada às ilações retiradas através da visualização de dados, dentro das quatro áreas de saúde identificadas anteriormente.

Desta forma foi possível identificar e definir aquilo que se nomeou como módulos conceptuais, que agrupam as funcionalidades potenciadas pela plataforma pela sua área de comportamento saudável. Abaixo, a Figura 13 apresenta a organização criada para as áreas de atividade física e relações interpessoais.

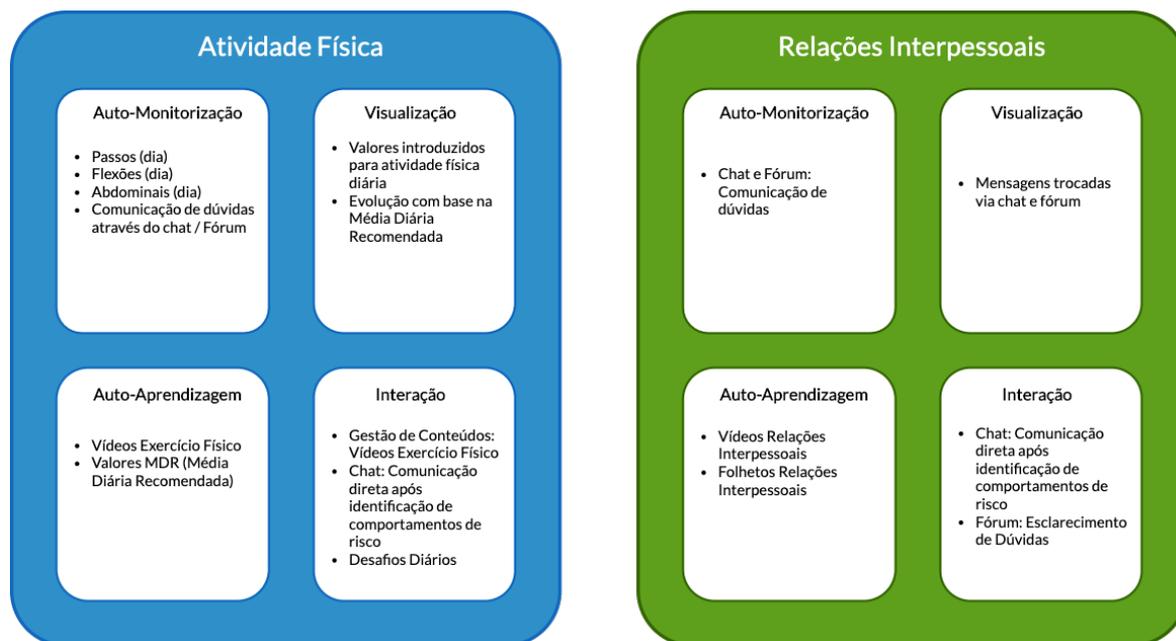


Figura 13 - Organização de interações por área comportamental através da criação de contentores conceptuais (Esquema baseado na Figura 5, do capítulo 3.3 do livro “TeenPower: Tecnologia e inovação na promoção de comportamentos saudáveis em adolescentes”) [20]

A organização das funcionalidades através de módulos conceptuais, permitiu a identificação de quatro módulos tecnológicos, onde as funcionalidades foram acomodadas de uma forma otimizada, acautelando questões de qualidade do software inerentes à plataforma desenvolvida, nomeadamente: escalabilidade, manutenção, tolerância a falhas e testabilidade. Os módulos tecnológicos identificados são:

- **módulo de monitorização** – responsável pela recolha e visualização dos dados de acompanhamento dos adolescentes referentes a todas as áreas de saúde referidas;
- **módulo de interação social** – promove a discussão e troca de ideias sobre as áreas comportamentais previamente mencionadas através de um fórum, e garante a proximidade entre os adolescentes e profissionais de saúde, o que permite o acompanhamento da dinâmica de relações interpessoais, quer seja através do fórum ou em comunicação direta de um-para-um através de *chats*;
- **módulo educacional** – dinamiza a aprendizagem de comportamentos saudáveis através da disponibilização de conteúdos e recursos educativos para toda a comunidade TeenPower;
- **módulo de gamificação** – é transversal aos outros três módulos uma vez que foram utilizados conceitos de gamificação para incentivar a interação dos adolescentes com os mesmos.

3.3. Requisitos

De forma a dar resposta aos objetivos já apresentados anteriormente e devidamente enquadrados no racional de saúde no qual se integra a plataforma TeenPower, apresenta-se de forma mais detalhada os requisitos funcionais e não funcionais identificados para a plataforma.

De modo a simplificar a sua apresentação, os requisitos funcionais foram agrupados nos módulos tecnológicos identificados na secção anterior, bem como módulos essenciais ao funcionamento da plataforma:

- **módulo de autenticação e autorização** – o acesso à plataforma deverá ser efetuado através de uma conta de utilizador, a qual terá associado um perfil de utilizador que restringe as funcionalidades acessíveis e os recursos disponíveis para gestão e consulta;
- **módulo de gestão de utilizadores** – a plataforma deverá permitir a criação, edição e eliminação de utilizadores. É fundamental, permitir a criação utilizadores em *bulk*, através processos automatizados, com recurso a ficheiros do tipo *.xlsx* ou *.csv*, e associando diretamente os utilizadores às escolas;
- **módulo de monitorização** – a plataforma deverá fornecer ferramentas para o registo de dados biométricos e auto-monitorização do exercício físico, de forma a permitir, aos adolescentes, o registo diário da altura, peso, e perímetro da cintura, e exercícios realizados (abdominais e flexões). A aplicação móvel deverá ainda contar os passos dados diariamente. Os dados recolhidos pela aplicação deverão estar disponíveis para consulta no *Backoffice*, de forma a permitir a sua visualização por parte dos profissionais de saúde;
- **módulo de interação social** – a plataforma deverá assegurar meios de comunicação entre os vários participantes, nomeadamente, fóruns de discussão organizados por categorias e um *chat* de mensagens privadas;
- **módulo educacional** – a plataforma deverá permitir a gestão de recursos educativos, nomeadamente, vídeos, posters, e folhetos informativos, possibilitando que estes sejam dinamizados através do *chat*, fóruns de discussão e em determinadas secções da aplicação móvel;
- **módulo de gamificação** – a plataforma deverá incluir mecanismos de gamificação que incentivem a sua utilização por parte dos adolescentes, como a atribuição de

pontos pela utilização da aplicação, a visualização de *leaderboards*, o lançamento de desafios diários, e a utilização de *layouts* apelativos, com aspeto semelhante a um jogo.

Uma descrição mais detalhada dos módulos conceptuais e tecnológicos das restantes áreas de saúde poderá ser consultada em [21].

Define-se por requisito não funcional um requisito que define como o sistema alcançará os objetivos propostos, podendo influenciar decisões arquiteturais e a forma como são implementados os requisitos funcionais. Abaixo encontram-se os requisitos não funcionais definidos para a plataforma TeenPower.

Requisitos não funcionais comuns a ambas as aplicações:

- A resposta dos sistemas deverá ser rápida;
- A *interface* das aplicações deve ser simples e intuitiva, de modo a facilitar a sua utilização;
- A plataforma deverá oferecer uma boa segurança de dados, obedecendo à legislação aplicável no momento da sua conceção;

Requisitos não funcionais para o *Backend* TeenPower:

- A aplicação deverá ser acessível através de um *browser*;
- O provisionamento da aplicação *web* que integra o *Backoffice*, deverá ser efetuado no serviço de *shared-hosting* do provedor de serviços *cloud* Hetzner.
- O *Backoffice* deverá ser acessível através do domínio *teenpower.pt*.

Requisitos não funcionais para a Aplicação TeenPower:

- A aplicação deverá ser suportada por *smartphones* com o sistema operativo *Android*, que corram a versão superior ou igual à versão 5.0 *Lollipop* (API 21);
- A aplicação deverá estar disponível para download na *Google Play Store*;
- A interface da aplicação deverá ser direcionada ao público alvo (adolescentes com idades compreendidas entre os 12 e 16 anos), incentivando a sua utilização e consequentemente atingir os objetivos do programa de intervenção.
- A aplicação deverá garantir um bom funcionamento e evitar o extravio de dados de auto-monitorização durante falhas de conexão de Internet (Wi-Fi ou rede móvel).

3.4. Metodologia de Desenvolvimento

Para escolher a metodologia de desenvolvimento utilizada durante o desenvolvimento da plataforma TeenPower, foi necessário considerar vários fatores. A necessidade de desenvolver e colocar em produção as aplicações num espaço temporal de oito meses (de forma a serem utilizadas no projeto piloto do programa de intervenção TeenPower desde o início do ano letivo 2018/2019); as incertezas existentes nos requisitos de ambas aplicações; e, a necessidade de validar o desenvolvimento com a equipa multidisciplinar do projeto, levou a que se considerasse benéfica a adoção de uma metodologia ágil. A adoção de metodologias ágeis é adequada a este tipo de projetos, onde existe uma limitação temporal, uma elevada probabilidade de surgirem alterações de requisitos ou prioridades, e onde se pretende valorizar o *feedback* obtido pelos detentores do projeto ao longo do processo de desenvolvimento.

Assim, foram utilizados elementos da *framework* de desenvolvimento ágil *Scrum* [22], e da metodologia *Kanban* [23]. A metodologia adotou conceitos de ambas para criar uma abordagem híbrida, com o objetivo de otimizar os esforços da equipa, dadas as circunstâncias propostas para o desenvolvimento das aplicações.

Durante o desenvolvimento da plataforma foram utilizadas *sprints* de duas semanas. Foi utilizado um quadro de *Kanban* para melhorar a visibilidade sobre o fluxo de trabalho, representando os requisitos funcionais ou não funcionais através de cartões. Assim, durante a *sprint*, a equipa de desenvolvimento atualizava o estado de implementação de cada item do *sprint backlog* (*Todo*, *InProgress* e *Done*). No final de cada *sprint*, a equipa de desenvolvimento, em conjunto com outros membros da equipa TeenPower, realizava a *sprint review/demo* seguida do *sprint planning* da *sprint* seguinte. A *Definition of Done* utilizada durante as reuniões baseou-se na realização de testes manuais ao *core* das funcionalidades.

3.5. Cronologia

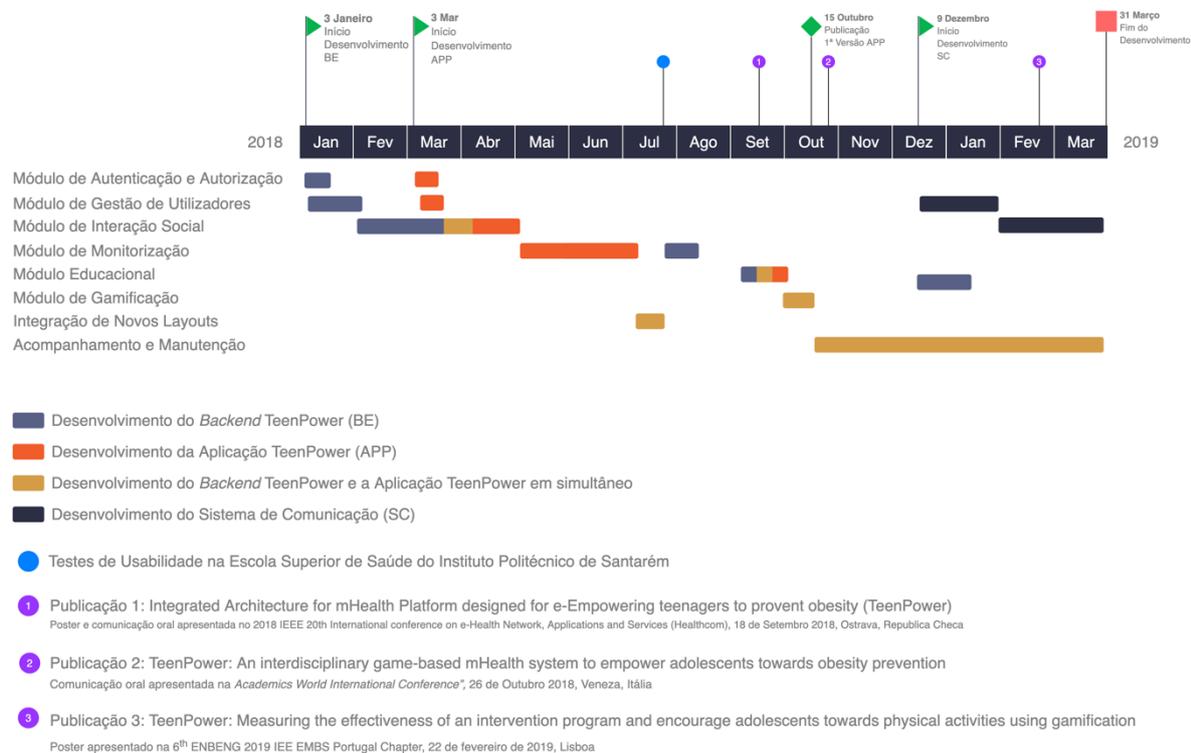


Figura 14 - Cronologia do desenvolvimento da plataforma TeenPower

Conforme apresentado na Figura 14, o desenvolvimento da plataforma TeenPower teve início a 3 de janeiro de 2018, e foi guiado pelas prioridades assinaladas pelos membros da equipa TeenPower. O desenvolvimento da plataforma iniciou-se no *Backend* TeenPower, dando prioridade à implementação da API que viria a ser consumida pela aplicação móvel. Em primeiro lugar foram implementados os módulos de autenticação e autorização, e gestão de utilizadores. Seguiu-se o desenvolvimento dos componentes do módulo de interação, nomeadamente, o fórum de discussão e o *chat* de mensagens privadas. Paralelamente, iniciou-se o desenvolvimento da Aplicação TeenPower, implementando o processo de autenticação e as funcionalidades relativas à gestão do perfil do utilizador. Posteriormente, o foco de desenvolvimento passou para a aplicação móvel, de forma a implementar o módulo de interação social.

De seguida, priorizou-se o desenvolvimento das ferramentas de auto-monitorização da Aplicação TeenPower, o qual se estendeu pelos meses de maio e junho. No mês seguinte, foram integrados os *layouts* criados pela equipa de “*User Interface*” (UI) e “*User Experience*” (UX) composta por docentes e alunos da Escola Superior de Artes e Design do

Politécnico de Leiria, que estruturaram a aplicação de forma a assemelhar-se a um jogo, que guia o utilizador por vários cenários [24]. Este período foi também aproveitado para fazer *refactor* e otimização ao código, preparando a aplicação para os testes de usabilidade realizados na Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Santarém.

Posteriormente, conclui-se a implementação do módulo de monitorização, com o desenvolvimento de um *dashboard* para a visualização dos dados recolhidos, permitindo aos utilizadores do *Backoffice* realizar o acompanhamento de cada adolescente. No final do mês de julho escreveu-se o *short-paper* “***Integrated Architecture for a mHealth Platform designed for e-Empowering teenagers to prevent obesity (TeenPower)***” [25], apresentado sob o formato de poster e comunicação oral, no dia 19 de setembro na “*2018 IEEE 20th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom)*” em Ostrava, República Checa.

Em setembro, o desenvolvimento arrancou com a implementação do módulo educacional, que possibilitou a apresentação de recursos educativos na aplicação móvel e sua partilha no *chat* e nas discussões do fórum. De seguida foram implementados mecanismos de gamificação da aplicação móvel, mais concretamente, a acumulação de pontos pela sua utilização e a consulta de *leaderboards* quer na aplicação, quer no *Backoffice*. Elaborou-se o *paper* “***TeenPower: An interdisciplinary game-based mHealth system to empower adolescents towards obesity prevention***” [19], que viria a ser apresentado em Outubro no *Academics World International Conference*” em Veneza, Itália, e mais tarde publicado no *International Journal of Advances in Science Engineering and Technology*.

A primeira versão da Aplicação TeenPower foi lançada no dia 15 de Outubro de 2018, tendo sido imediatamente utilizada pelos adolescentes durante as aulas didáticas e *workshops* dinamizados pelo programa de intervenção. O desenvolvimento da plataforma entrou num período de acompanhamento e manutenção, sendo lançadas novas versões para corrigir falhas ou melhorar funcionalidades quer na aplicação móvel, quer no *Backend* TeenPower.

Em dezembro, com a introdução de um novo requisito não funcional que definiu o ambiente de provisionamento do *Backend* TeenPower, iniciou-se o desenvolvimento do Sistema de Comunicação e a realização dos ajustes necessários no *Backend* para a publicação no ambiente especificado, concluindo o desenvolvimento tecnológico da plataforma a 31 de março de 2019.

Durante o ano de 2019 foi elaborada a seguinte produção científica:

- Fevereiro 2019 - “*TeenPower: development of an adolescent obesity prevention platform from a user-centered design approach*” preprint publicado em JMIR mHealth and uHealth [24]
- Fevereiro 2019 - “*TeenPower: Measuring the effectiveness of an intervention program and encourage adolescents towards physical activities using gamification*” e “*TeenPower: A new obesity prevention strategy to e-empower and engage teenagers through gamification techniques applied to a self-monitoring mobile application*”, 6th ENBENG, em Lisboa.
- Abril 2019 - “*A mobile-based food diversity monitoring system for promoting healthy dietary habits*” e “*A mobile-based monitoring sleep system integrated in a mHealth program*”, Annual Meeting 2019, Coimbra, Portugal.
- Abril 2019 - Publicação do livro “**Tecnologia e Inovação na promoção de comportamento saudáveis em adolescentes**” [6].

4. Arquitetura

A plataforma TeenPower é composta por três aplicações: a Aplicação TeenPower (APP); o *Backend* TeenPower (BT); e o Sistema de Comunicação (SC). O seu desenvolvimento foi fundamentalmente guiado pelos requisitos não funcionais indicados na secção 3.3, que levaram à conceção e desenho de uma arquitetura modular e escalável.

A arquitetura da plataforma desenvolvida é apresentada na Figura 15 sob a forma de um diagrama C4 de nível 1 (diagrama de contexto) [26].

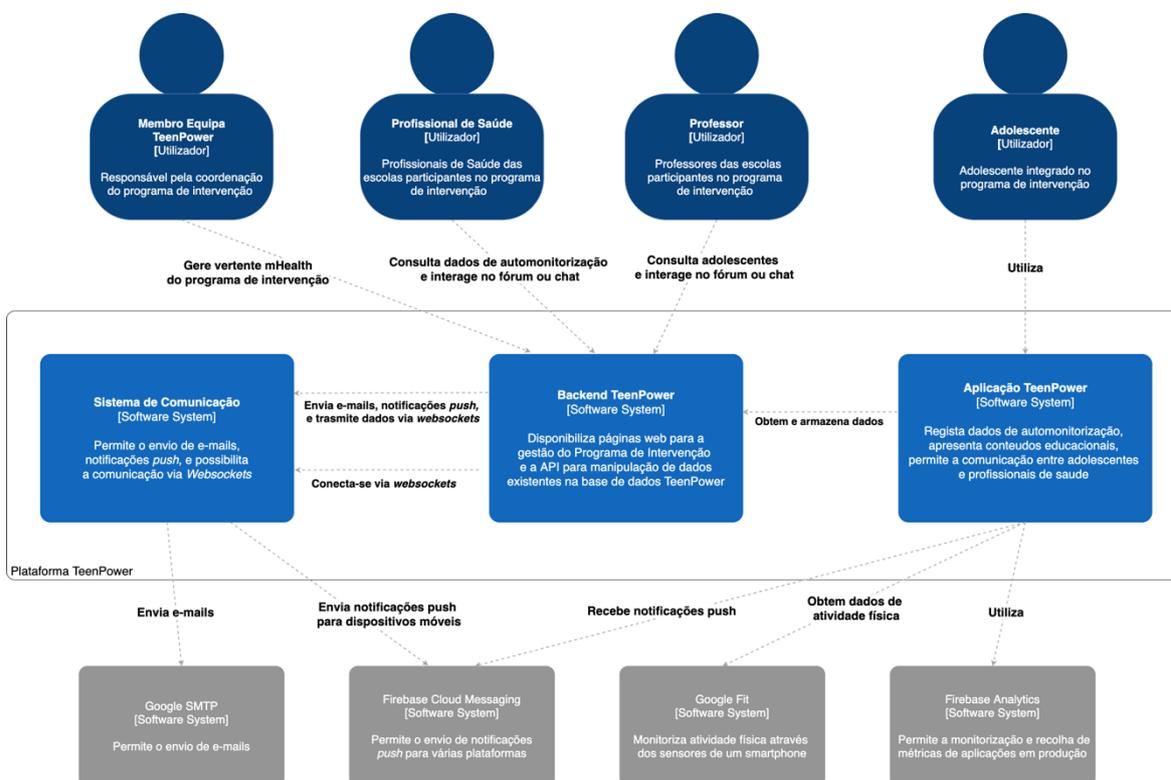


Figura 15 – Diagrama de Contexto da Plataforma TeenPower – (Diagrama C4 - Nível 1)

Conforme já referido, a APP foi desenvolvida para *smartphones Android*, e é utilizada pelos adolescentes que participam no programa de intervenção para a visualização de conteúdos educacionais, auto-monitorização de comportamentos quotidianos, e como ferramenta de comunicação e interação social. A aplicação consome a API disponibilizada pelo *Backend* para efeitos de autenticação e autorização, para armazenar os dados de auto-monitorização recolhidos, para permitir que os seus utilizadores interajam no fórum de discussão e/ou comuniquem através do *chat*, e visualizem os conteúdos educativos carregados para a plataforma. Adicionalmente, a APP faz uso de três serviços externos: *Google Fit* [7]; *Firebase Cloud Messaging* (FCM) [8]; e *Firebase Analytics* [9].

O *Backend*, desenvolvido com recurso à *framework* Laravel [27], integra o *Backoffice* utilizado para coordenar o do programa de intervenção, e a API que permite gerir os dados existentes na base de dados TeenPower.

O SC é uma aplicação sem interface gráfica, desenvolvida em *Node.js*, que auxilia as tarefas de envio de e-mails, notificações *push*, e a transmissão de mensagens de chat para o *Backoffice* através de *websockets*.

4.1. Backend TeenPower

Conforme representado na Figura 16, o *Backend* pode ser subdividido em dois componentes: o *Backoffice*, o conjunto de páginas *web* utilizadas pelos administradores, profissionais de saúde e professores; e a API TeenPower, consumida pela Aplicação *TeenPower* e algumas páginas do *Backoffice*.

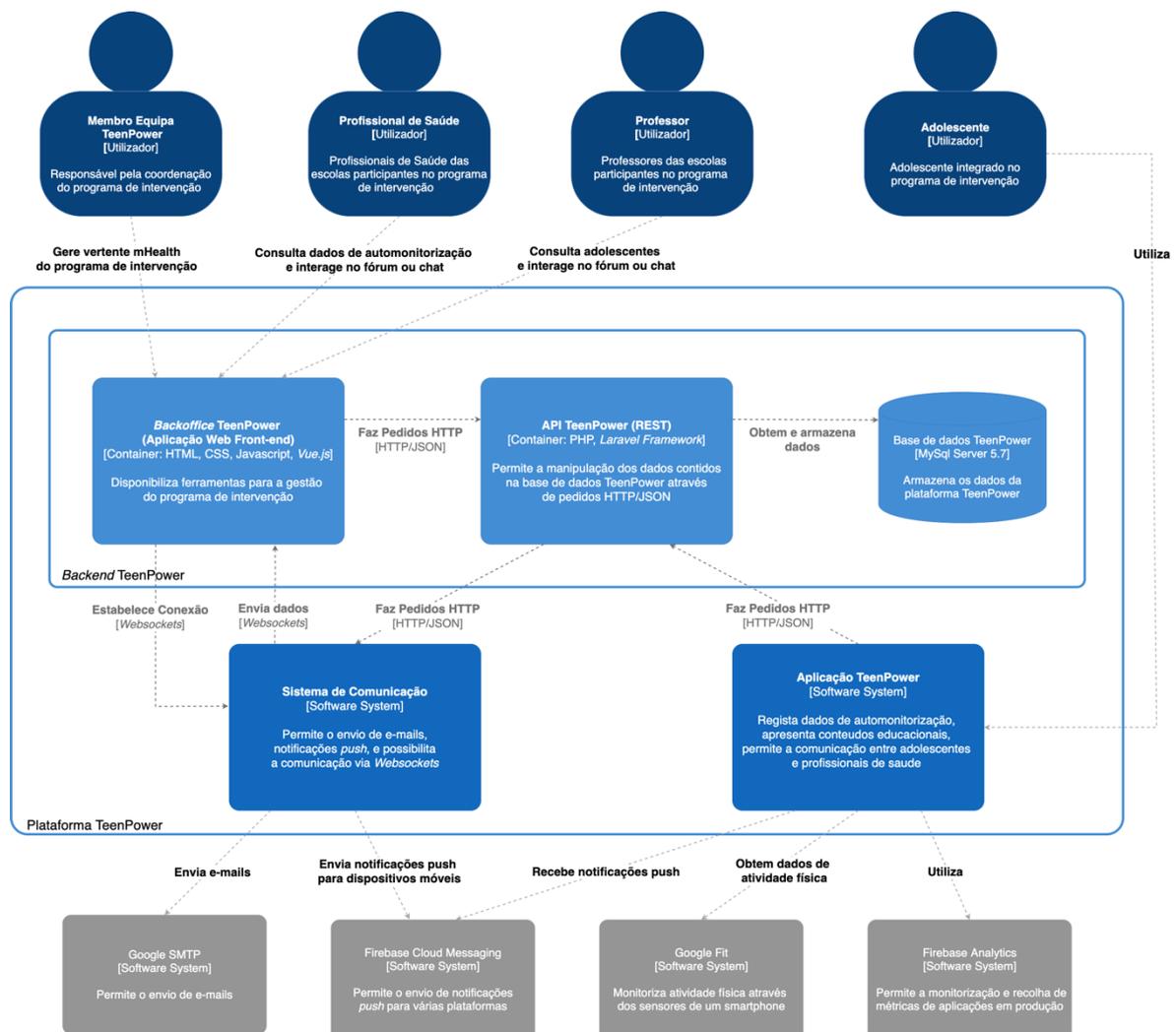


Figura 16 - Diagrama do Backend TeenPower (Diagrama de Contentores - C4 nível 2)

A base da aplicação, e a API TeenPower, foram desenvolvidas em PHP, utilizando a *framework* Laravel e seguindo o padrão de arquitetural *ModelViewController* (MVC). As páginas que compõem o *Backoffice* foram desenvolvidas em com recurso a HTML, CSS, e à *framework* *Vue.js* [28].

Conforme os requisitos não funcionais propostos, o *Backend*, assim como a base de dados relacional MySQL que armazena os dados da plataforma TeenPower, foram provisionadas em servidores *shared-hosting* proporcionados pelo provedor de serviços *cloud* *Hetzner*. O serviço contratado tratou-se de um servidor virtual em ambiente partilhado que não permite acesso de administrador ao servidor, limitando as opções existentes e a configuração inicial pensada para o *Backend*. Assim, algumas das funcionalidades inicialmente consideradas para o BT foram implementadas no SC, sendo delegadas do BT para o SC através de uma API REST.

4.1.1. *Backoffice*

Conforme já referido, as páginas *web* que compõem o *Backoffice* foram desenvolvidas utilizando HTML, CSS, e *Vue.js* [28]. Para o desenvolvimento das páginas do *Backoffice* foi adotada uma abordagem híbrida, que integra conceitos de ambos os padrões *Multi-Page Application* (MPA) e *Single-Page Application* (SPA).

A maioria das páginas do *Backoffice* foram desenvolvidas seguindo o padrão MPA, recorrendo ao motor de *templating* da *framework* Laravel para preparar o conteúdo de cada página no servidor. Nesta abordagem, sempre que existe a necessidade de atualizar o conteúdo de uma página, ou sempre que o utilizador realiza uma ação, é necessário efetuar um novo pedido *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) ao BT para obter o conteúdo atualizado ou página seguinte.

Contudo, nas páginas onde se provou necessário alterar o conteúdo da página dinamicamente, foi utilizada a *framework* *Vue.js*, em conjunto com conceitos do padrão SPA. Embora estas páginas continuem a ser parcialmente preparadas no servidor, a utilização de *Vue.js* e pedidos HTTP *Asynchronous Javascript and XML* (AJAX) para obter ou atualizar os dados apresentados na vista, permitem que o conteúdo da página seja alterado dinamicamente, sem que o utilizador necessite de a recarregar a página para visualizar as alterações.

Para garantir a comunicação em tempo real através do *chat*, o *Backoffice* mantém uma conexão via *websockets* com o SC, que é utilizada para receber, em tempo real, as mensagens do *chat* direcionadas ao utilizador. Para implementar a conexão via *websockets*, foi utilizada a biblioteca *Socket.io* [29].

As páginas do fórum de discussão foram desenvolvidas recorrendo à biblioteca *Chatter* [30], a qual forneceu não só a interface gráfica, mas também a API que garante o seu funcionamento. Já os gráficos que permitem a visualização dos dados de auto-monitorização de cada adolescente, foram desenvolvidos com recurso à biblioteca *Vue-chartjs* [31], que permite a criação de vários tipos de gráficos sob a forma de componentes *Vue.js*.

4.1.2. API TeenPower

A API TeenPower tem como principal função permitir a gestão dos dados armazenados na base de dados TeenPower. Foi desenvolvida seguindo o padrão arquitetural *Representational State Transfer* (REST), e utiliza a notação Javascript Object Notation (JSON) para enviar e receber dados.

A Aplicação TeenPower consome a API TeenPower para persistir dados de auto-monitorização, possibilitar a comunicação através do módulo de interação social, e permitir a visualização de conteúdos educativos. As páginas do *Backoffice* que foram implementadas seguindo o padrão SPA consomem a API TeenPower através de pedidos HTTP AJAX, garantindo, assim, o funcionamento do *chat* em real-time, e facilitando a gestão dos conteúdos educativos, a visualização dados de auto-monitorização e as pontuações dos utilizadores.

A API implementa um processo de autenticação *stateless*, baseado no protocolo OAuth2 [32], implementado com recurso à biblioteca “*Laravel Passport*”, que requer o envio de um *access token* no *header* “*Authorization*” de cada pedido HTTP efetuado. As aplicações que consomem a API TeenPower requerem que o utilizador se autentique e obtenha um *access token*, antes de obter ou manipular qualquer conteúdo contido na base de dados TeenPower. Adicionalmente, alguns *endpoints* recorrem a *middleware* de autorização customizado, para verificar se o utilizador autenticado tem o perfil de utilizador necessário para aceder ao determinado recurso.

4.2. Aplicação TeenPower

A Aplicação TeenPower foi desenvolvida para *smartphones Android*, que corram uma versão superior ou igual à versão 5.0 *Lollipop* (API 21). A aplicação foi implementada em *Java*, seguindo o padrão arquitetural *ModelViewViewModel* (MVVM), que visa separar a lógica de apresentação da lógica de negócio. O desenvolvimento da aplicação seguiu as *guidelines* mais recentes de desenvolvimento *Android*, recorrendo a componentes disponibilizados pela coleção de bibliotecas “*Android Architecture Components*” [33] (parte da *suite “Android Jetpack”* [34]) para criar uma arquitetura robusta e resiliente.

Devido à elevada quantidade de dados gerados pelas funcionalidades de auto-monitorização e às falhas de conectividade comuns ao ambiente facultado pelos adolescentes, considerou-se benéfica a implementação de uma base de dados *in-app*, para armazenar os dados introduzidos pelo utilizador até surgirem as condições ideais para a sua persistência na base de dados alojada no BT. Esta medida visa cumprir o requisito não funcional que define que a aplicação deverá manter um bom funcionamento em ambientes suscetíveis a falhas de conexão, evitando o extravio de dados introduzidos pelo utilizador.

A base de dados *in-app* foi criada com recurso à *Room Persistence Library* (RPL), uma biblioteca que fornece uma camada de abstração à base de dados *SQLite* e que utiliza o padrão *Data Access Object* (DAO) para definir as operações de gestão de dados. A estrutura da base de dados foi conseguida através da criação de classes “Entidade”, utilizadas pela RPL para criar tabelas e mapeando cada propriedade da classe a uma coluna da tabela.

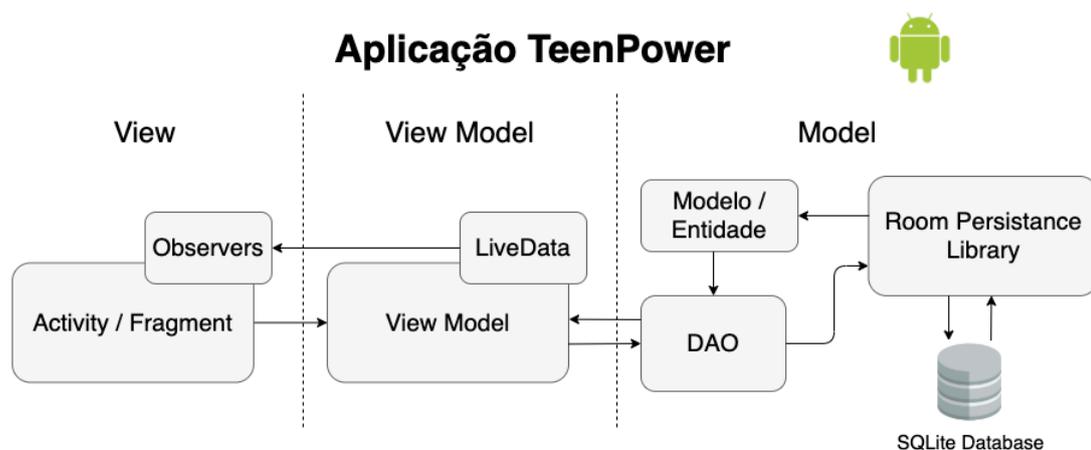


Figura 17 - Arquitetura *ModelViewViewModel* da Aplicação TeenPower

A adoção do padrão MVVM, leva a que os dados a apresentar na vista (*View*) se encontrem contidos no *ViewModel*. É o *ViewModel* que assume a responsabilidade de obter e preparar

os dados apresentados na vista, que podem provir da base de dados *in-app* ou da API TeenPower. Os dados armazenados na base de dados local são obtidos utilizando o respectivo DAO. No entanto, os dados provenientes da API TeenPower são obtidos através de pedidos HTTP efetuados utilizando a biblioteca *Volley*. A conversão dos dados obtidos em JSON para as classes modelo (*Model*) é feita utilizando a biblioteca GSON. Para que a vista reaja à existência de dados, ou a futuras alterações nos mesmos, são utilizados *Observers* e *LiveData*.

A Aplicação TeenPower usufrui das qualidades de três serviços externos: *Google Fit*, *Firebase Cloud Messaging*, e *Firebase Analytics*. O serviço *Google Fit* permite obter métricas de exercício físico com base nos sensores de um dispositivo, sendo utilizado para obter o número de passos caminhados e as calorias despendidas diariamente pelo utilizador. Já o serviço *Firebase Cloud Messaging* é utilizado para a receção de notificações *push* provenientes do Sistema de Comunicação, possibilitando a comunicação em tempo real pelo *chat*, a atualização do fórum de discussão e a receção de novos desafios diários. Por último, o *Firebase Analytics* permite a monitorização da situação operacional da aplicação após o seu lançamento.

4.3. Sistema de Comunicação

O Sistema de Comunicação é uma aplicação Web desenvolvida em *Node.js* e sem interface gráfica. É responsável por auxiliar o envio de e-mails, notificações *push*, e pela comunicação através de *websockets*.

A aplicação foi criada para auxiliar o *Backend* na execução de tarefas em *background* e na transmissão de dados através de *websockets*, uma vez que o ambiente de produção do *Backend* não permite a instalação de ferramentas externas que assegurem tais funcionalidades. A aplicação foi desenvolvida em *Node.js* de forma a tirar partido das qualidades oferecidas pelo ambiente de execução, nomeadamente: a execução assíncrona nativamente integrada; existência bibliotecas bem-conceituadas para a implementação de APIs; existência de bibliotecas bem-conceituadas para a comunicação através de *websockets*.

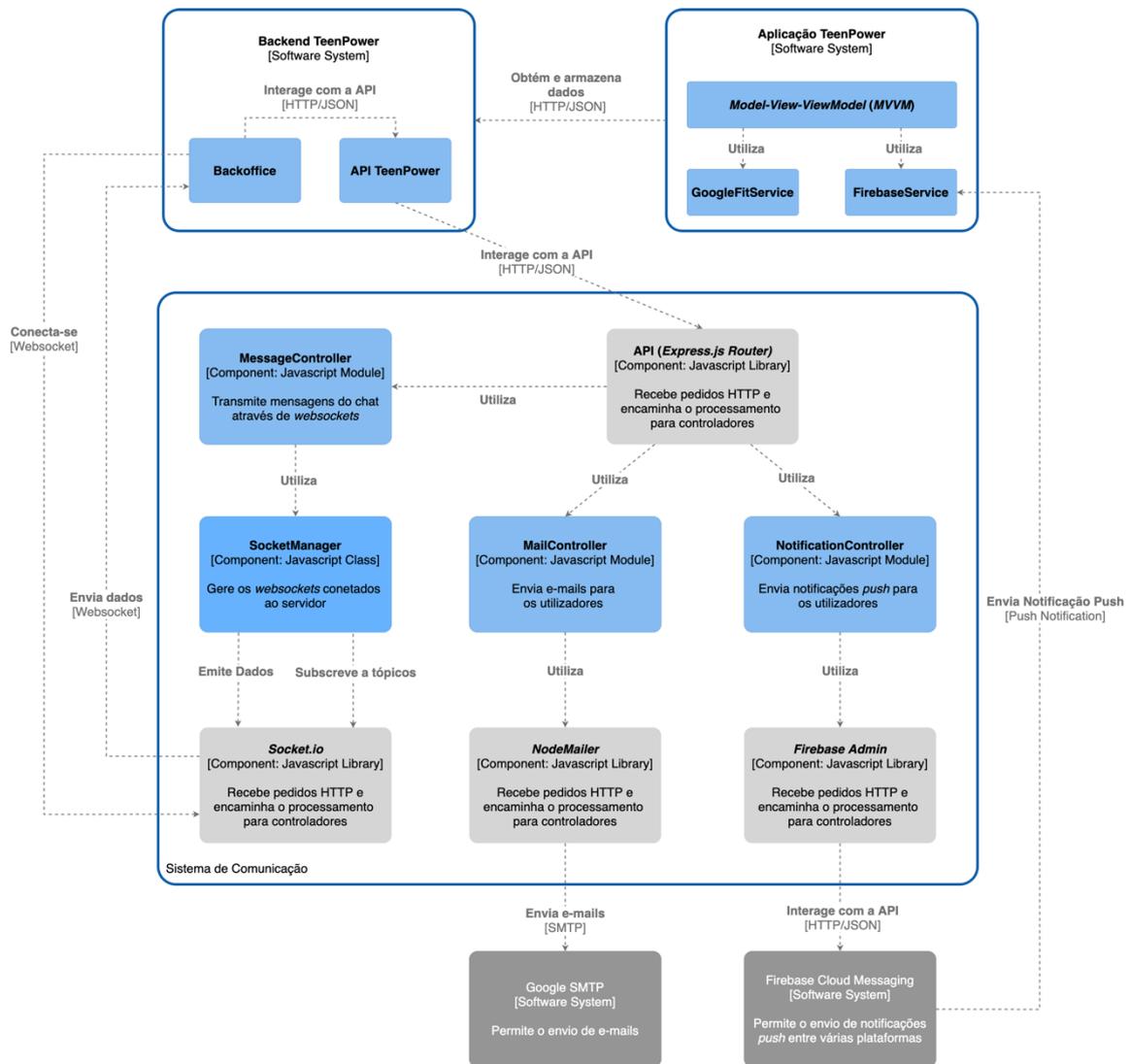


Figura 18 - Diagrama do Sistema de Comunicação (Adaptação Diagrama de Componentes - C4 nível 3)

A Figura 18 apresenta os componentes do SC e a forma como este se interliga com as restantes aplicações da plataforma. A API REST disponibilizada pelo SC permite que o BT delegue as tarefas mencionadas anteriormente. A API foi implementada recorrendo à biblioteca *Express.js* [35], e utiliza um *router* para encaminhar o processamento de cada pedido HTTP recebido para controladores que encapsulam logica relativa a um conjunto de funcionalidades. As ações desencadeadas por cada pedido HTTP são executadas assincronamente, sendo enviada uma resposta HTTP OK brevemente após a receção do pedido. Esta medida permite minimizar o tempo de resposta, uma vez que a resposta é enviada antes de serem concluídas as ações desencadeadas.

4.3.1. Envio de E-mails

Embora os e-mails enviados pela plataforma TeenPower sejam desencadeados devido a condições que se verificam no BT, o BT delega a preparação e o envio dos e-mails ao SC, através da API do mesmo. Os *endpoints* expostos pela API do SC encontram-se associados funções do *MailController*, que preparam o e-mail a enviar a partir dos dados recebidos no pedido HTTP enviado. Posteriormente, é utilizado o serviço Google SMTP para enviar cada e-mail, recorrendo à biblioteca *NodeMailer* [36] para facilitar a interação com o serviço. O serviço Google SMTP foi escolhido para enviar e-mails por se apresentar como uma alternativa gratuita, de alta fiabilidade e de fácil integração.

4.3.2. Notificações *Push*

As notificações *push* enviadas para a aplicação TeenPower, têm como objetivo alertar o utilizador para a existência de novos desafios diários ou interações nos fóruns de discussão, e garantir a comunicação em tempo real através do *chat*.

Optou-se por utilizar o serviço *Firebase Cloud Messaging* para o envio de notificações *push*, devido à sua fácil integração com aplicações móveis e à oferta de um *free-tier* adequado ao âmbito do projeto. As notificações *push* enviadas para a Aplicação TeenPower são despoletadas por condições que se verificam no BT, sendo preparadas e enviadas a partir do SC através do FCM.

Durante a primeira inicialização da Aplicação TeenPower, o serviço *Firebase* gera um *token* (FCM *token*) único ao conjunto dispositivo/instalação da aplicação. Este *token* é armazenado na base de dados TeenPower durante o processo de autenticação na APP, sendo posteriormente utilizado para enviar notificações *push* para o dispositivo do utilizador.

Para enviar notificações *push*, o BT efetua um pedido HTTP a um *endpoint* da API do SC com os dados necessários para contruir a notificação, incluindo os FCM *tokens* dos destinatários. Por sua vez, o *endpoint* utilizado está associado a uma função do *NotificationController*, na qual a notificação é preparada e enviada recorrendo à *biblioteca Firebase Admin* [37].

4.3.3. Comunicação através de *websockets*

A comunicação em tempo real através do *chat* proporcionado pelo *Backoffice* foi conseguida através da utilização de *websockets* para enviar as novas mensagens de uma conversa aos

seus utilizadores. A utilização de websockets permite que o utilizador receba e visualize as novas mensagens de uma conversa, sem necessidade de recarregar a página onde se encontra.

Ao carregar a página do *chat*, o *Backoffice* estabelece uma conexão via *websockets* com o SC, utilizando a biblioteca *Socket.io* [29]. Após estabelecida a conexão, é iniciado um breve processo de autenticação, que requer a troca de um *access token* OAuth2 para identificar o utilizador que se conecta. Caso o processo de autenticação seja bem-sucedido, o SC regista a associação entre conexão (*socket*) e utilizador na classe *SocketManager*. Esta classe atua como mediador na comunicação via *websockets*, abstraindo as funcionalidades da biblioteca e mantendo em memória a *pool* de conexões ativas em qualquer momento. De seguida são apresentados os passos que decorrem desde o momento que o utilizador se autentica no *Backoffice*, até ao momento em que se encontra autenticado na conexão via *websockets* estabelecida com o SC:

1. O utilizador autentica-se na plataforma TeenPower através do *Backoffice* utilizando as suas credenciais de acesso;
2. Durante o processo de autenticação, o *Backend* TeenPower gera um *access token* correspondente ao utilizador e à sessão ativa, armazenando-o numa *cookie* do lado do cliente, de forma a ser acessível pelo *Backoffice*.
3. Quando o utilizador entra numa página do *chat*, o *Backoffice* estabelece uma conexão via *websockets* ao SC;
4. O *Backoffice* emite o *access token* gerado durante o processo de autenticação para o tópico “*authenticate*”;
5. O *SocketManager* (que, entretanto, já subscreveu e está à escuta do tópico “*authenticate*”) recebe o *access token* e verifica a sua validade;
6. Caso o *token* enviado seja válido, o *SocketManager* regista a associação entre o *websocket* e o utilizador;
7. O *SocketManager* emite uma mensagem para o *socket* do utilizador, através do tópico “*authenticated*”, sinalizando que o processo de autenticação foi bem-sucedido.

Por motivos de segurança, o valor do *access token* gerado durante o processo de autenticação é encriptado utilizando o algoritmo AES-256-CBC, antes de ser armazenado na *cookie* referida no passo 2. A encriptação é posteriormente revertida pelo SC, antes de dar início à validação do *token* efetuada no passo 5.

A associação criada no passo 6 é posteriormente utilizada para enviar novas mensagens ao utilizador, uma vez que, de modo a minimizar o número de eventos ou salas a que o *Backoffice* subscreve, os dados relativos às novas mensagens são sempre enviados diretamente para o *socket* do utilizador, através do tópico “*new-message*”.

Assim, ao enviar uma nova mensagem, o BT armazena a mesma na base de dados TeenPower, e efetua um pedido HTTP à API do SC para que esta seja enviada através de *websockets*. O *endpoint* utilizado pelo BT encontra-se associado a uma função do *MessageController*, que por sua vez recorre ao *SocketManager* para obter a lista de conexões ativas do recipiente. Os dados da mensagem são posteriormente emitidos para cada conexão ativa, através do tópico “*new-message*”.

5. Implementação

As secções seguintes apresentam as funcionalidades mais importantes da plataforma, procurando enfatizar as relações existentes entre as aplicações, e os desafios tecnológicos ultrapassados durante o desenvolvimento das mesmas.

5.1. Autenticação e Autorização

Uma vez que o acesso à Plataforma TeenPower é restrito a membros do projeto de investigação e a participantes do programa de intervenção, ambas as aplicações que compõem a Plataforma TeenPower requerem que o utilizador se autentique numa conta de utilizador, antes de usufruir das funcionalidades oferecidas pela mesma (Figura 19 e Figura 20).

Para se autenticar, o utilizador deverá introduzir o e-mail e palavra-passe definidos para a sua conta. Opcionalmente, o utilizador pode usar o seu *username* em substituição do e-mail ao autenticar-se na Aplicação TeenPower.

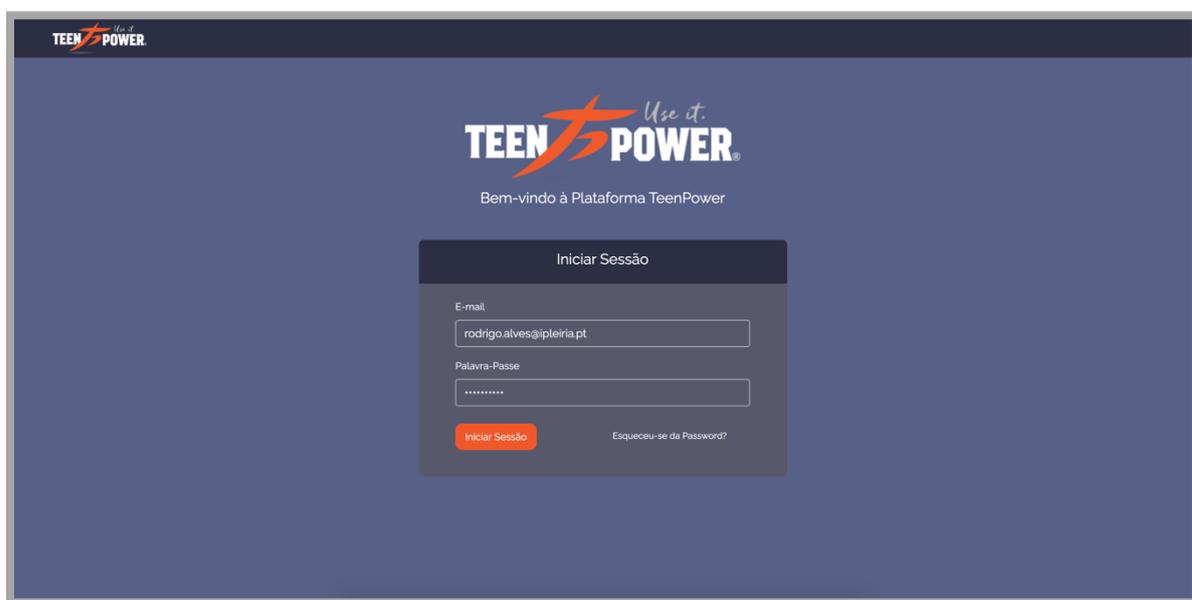


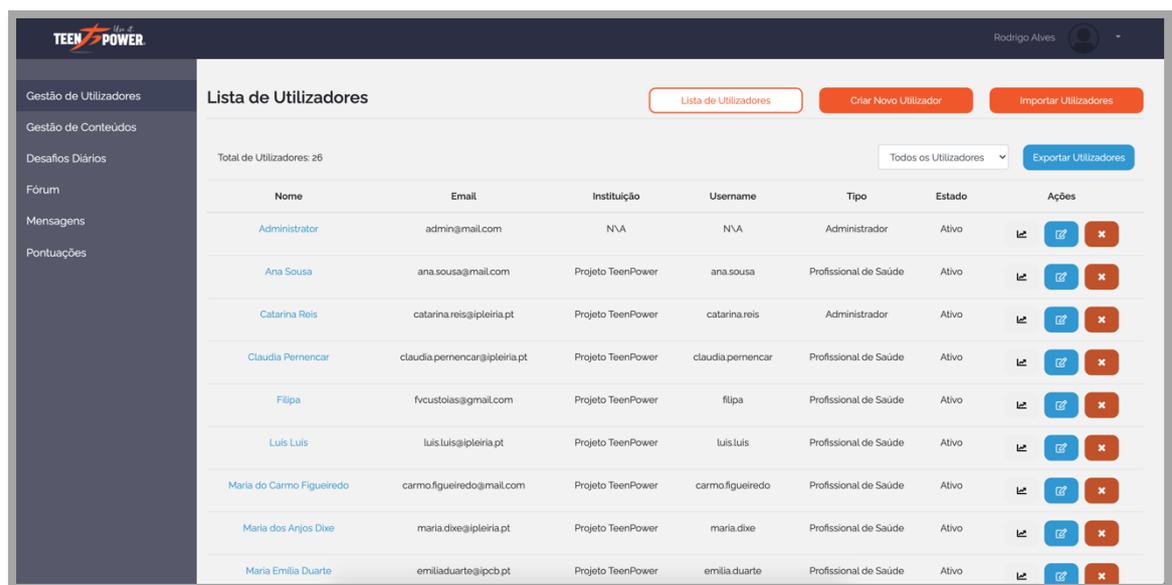
Figura 19 - Backoffice TeenPower: Página de Login

HTTP efetuado, são enviados os *tokens* gerados durante o processo de autenticação, juntamente com informações relativas ao utilizador que se autenticou.

Posteriormente, o *access token* gerado é enviado no *header* “*Authorization*” de cada pedido efetuado à API TeenPower, de modo a identificar e autorizar o utilizador que originou o pedido.

5.2. Gestão de Utilizadores

As contas de utilizador existentes na Plataforma TeenPower são geridas a partir do *Backoffice* pelos administradores, profissionais de saúde e professores participantes no projeto. A criação de novos utilizadores é efetuada através da secção “Gestão de Utilizadores” (Figura 22), recorrendo a processos de criação de utilizadores individualmente (Figura 23), ou a mecanismos de criação em *bulk* que permitem criar vários utilizadores em simultâneo, através de ficheiros .csv ou .xlsx (Figura 24).



Nome	Email	Instituição	Username	Tipo	Estado	Ações
Administrator	admin@mail.com	N/A	N/A	Administrador	Ativo	[Edit] [Delete]
Ana Sousa	ana.sousa@mail.com	Projeto TeenPower	ana.sousa	Profissional de Saúde	Ativo	[Edit] [Delete]
Catarina Reis	catarina.reis@ipleiria.pt	Projeto TeenPower	catarina.reis	Administrador	Ativo	[Edit] [Delete]
Claudia Pernencar	claudia.pernencar@ipleiria.pt	Projeto TeenPower	claudia.pernencar	Profissional de Saúde	Ativo	[Edit] [Delete]
Filipa	fvcustolias@gmail.com	Projeto TeenPower	filipa	Profissional de Saúde	Ativo	[Edit] [Delete]
Luis Luis	luis.luis@ipleiria.pt	Projeto TeenPower	luis.luis	Profissional de Saúde	Ativo	[Edit] [Delete]
Maria do Carmo Figueiredo	carmo.figueiredo@mail.com	Projeto TeenPower	carmo.figueiredo	Profissional de Saúde	Ativo	[Edit] [Delete]
Maria dos Anjos Dixe	maria.dixe@ipleiria.pt	Projeto TeenPower	maria.dixe	Profissional de Saúde	Ativo	[Edit] [Delete]
Maria Emilia Duarte	emiliaduarte@ipcb.pt	Projeto TeenPower	emilia.duarte	Profissional de Saúde	Ativo	[Edit] [Delete]

Figura 22 - *Backoffice* TeenPower - Lista de Utilizadores

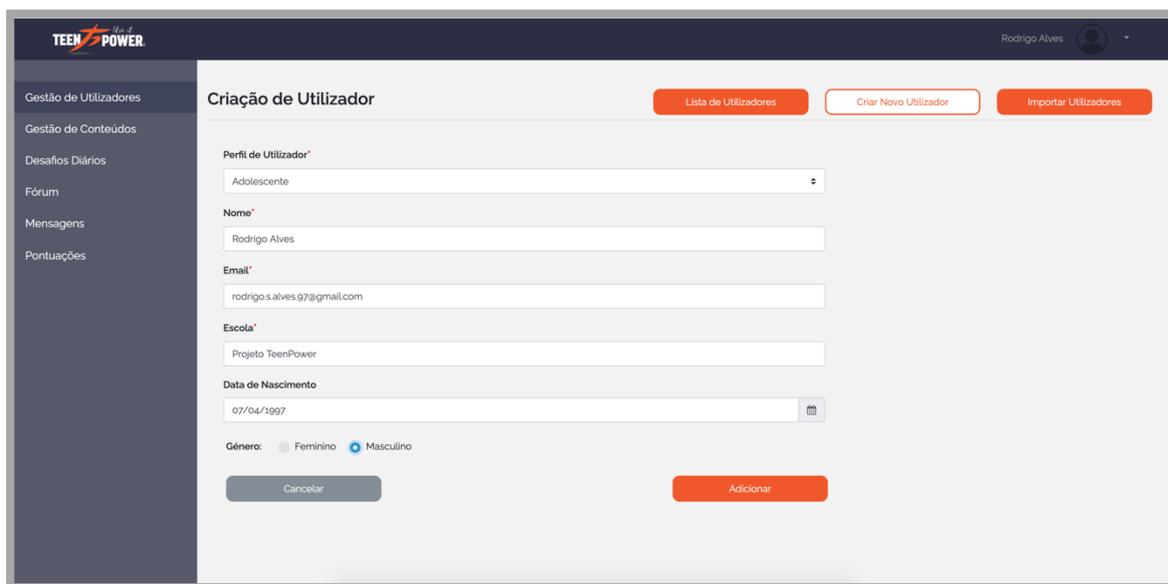


Figura 23 – Backoffice TeenPower - Criação de um novo utilizador

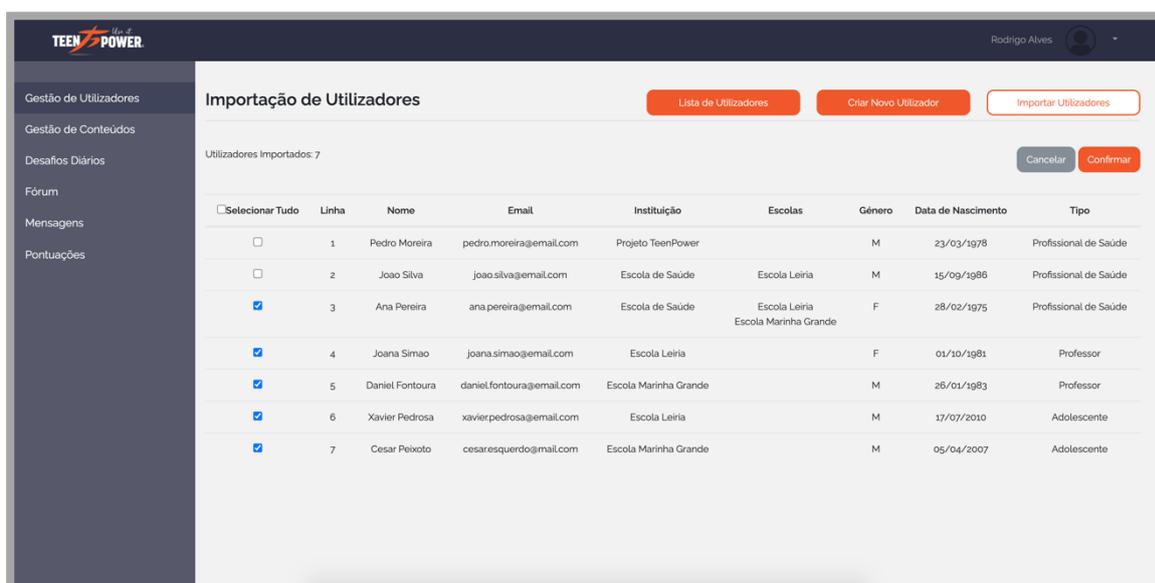


Figura 24 – Backoffice TeenPower - Criação de Utilizadores em bulk através de ficheiros .csv ou .xlsx

Durante o processo de criação de um novo utilizador, é obrigatório definir o nome, e-mail, a instituição e também o perfil de utilizador a associar ao mesmo. Apenas utilizadores com o perfil de Administrador poderão associar qualquer perfil de utilizador a novos utilizadores, sendo que Profissionais de Saúde e Professores encontram-se limitados à criação de utilizadores com o perfil de Adolescente, para as escolas onde estão afetos.

Ao criar um novo utilizador é enviado um e-mail de confirmação de conta para o e-mail especificado durante o processo. Este e-mail contém um *link* único que permite o acesso à página de confirmação de conta no Backoffice (Figura 25), através da qual o utilizador define

a sua palavra passe e completa as informações do seu perfil. Só após concluir o processo de registo, é que o utilizador se poderá autenticar nas aplicações da plataforma TeenPower.

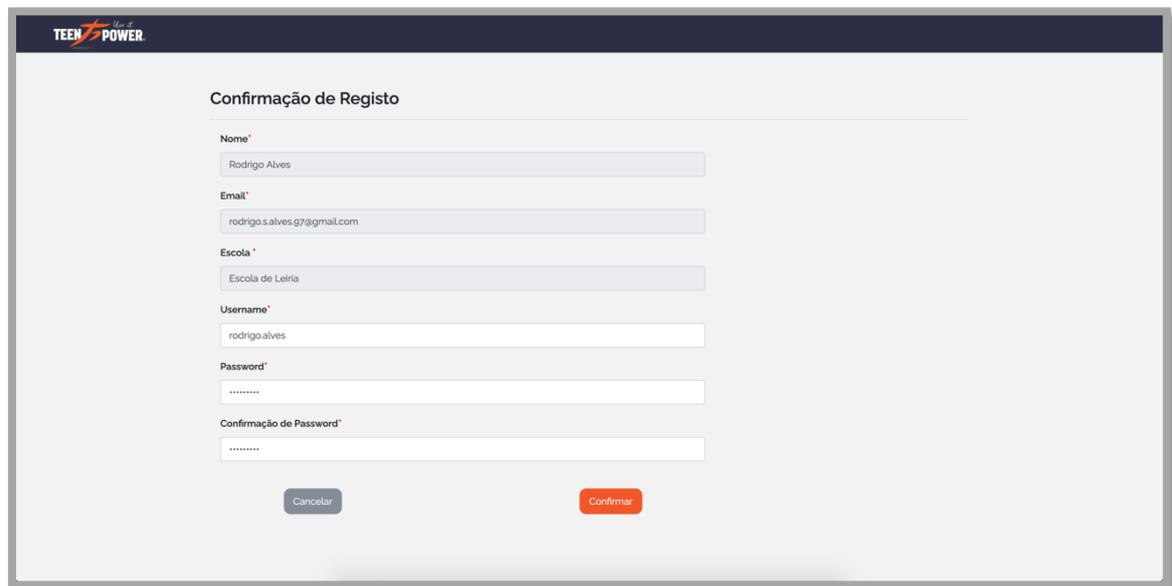
The image shows a web form titled "Confirmação de Registo" for the TeenPower platform. The form is set against a light gray background with a dark blue header containing the "TEEN POWER" logo. The form fields are as follows: "Nome" with the value "Rodrigo Alves"; "Email" with "rodrigo.s.alves.g7@gmail.com"; "Escola" with "Escola de Leiria"; "Username" with "rodrigo.alves"; "Password" and "Confirmação de Password" both containing six dots. At the bottom, there are two buttons: a gray "Cancelar" button and an orange "Confirmar" button.

Figura 25 - Backoffice TeenPower - Formulário de Confirmação de Conta

A página “Lista de Utilizadores” permite a consulta e gestão dos utilizadores que o utilizador autenticado tem à sua tutela (Figura 22). Um dado utilizador A diz-se à tutela de um dado utilizador B quando:

- A foi criado por B;
- A é adolescente e B é um profissional de saúde destacado para a instituição (escola) de A;
- A é adolescente e B é um professor cuja instituição é a instituição (escola) de B;
- B é administrador da plataforma;

A lista encontra-se ordenada por ordem alfabética de nome, sendo possível filtrar utilizadores pelo tipo de perfil associado. Para cada utilizador apresentado na lista é possível: aceder ao dashboard de visualização dos dados de auto-monitorização; consultar e editar o perfil do utilizador; ou eliminar o utilizador. A opção “Exportar Utilizadores” permite descarregar um ficheiro .xlsx com as informações dos utilizadores apresentados na lista.

5.3.Ferramentas de Interação Social

As ferramentas desenvolvidas inserem-se no módulo de interação social da Plataforma TeenPower. O fórum de discussão procura dinamizar a discussão sobre temas relacionados

com a saúde e bem-estar, podendo qualquer utilizador autenticado oferecer o seu contributo para o tema em questão. Por outro lado, o *chat* permite a comunicação ponto-a-ponto, entre dois utilizadores de forma privada.

5.3.1. Fórum de Discussão

O fórum da plataforma TeenPower foi implementado recorrendo à biblioteca “*Chatter*” [30]. Esta biblioteca permite a integração de fóruns de discussão em aplicações *Laravel*, fornecendo as migrações necessárias para a criação da estrutura de base de dados; páginas *web* pré-construídas; controladores com a lógica necessária ao bom funcionamento de um fórum; e ficheiros de configuração que permitem alterar o aspeto visual e regras de negócio de uma forma simples.

O fórum encontra-se organizado por categorias e subcategorias, que podem conter várias discussões (Figura 26). Por sua vez, cada discussão pode conter várias respostas (*posts*). Qualquer utilizador da plataforma pode consultar e participar em qualquer discussão, ou até criar novas discussões (Figura 27). A gestão de categorias e subcategorias pode ser feita através do *Backoffice*, por qualquer utilizador com acesso à aplicação. Já a gestão de discussões e *posts* encontra-se limitada a utilizadores com o perfil de administrador.

Embora a biblioteca “*Chatter*” tenha constituído um bom ponto de partida, os requisitos propostos para o fórum levaram à implementação das seguintes funcionalidades adicionais no *Backoffice*:

- Botão dedicado para a citação de *posts*;
- Partilha de imagens e documentos via carregamento de ficheiros;
- Partilha de conteúdos didáticos através do repositório de conteúdos multimédia;
- Gestão de categorias e subcategorias através da interface gráfica;
- Permitir a criação de novas discussões apenas após selecionar uma categoria;

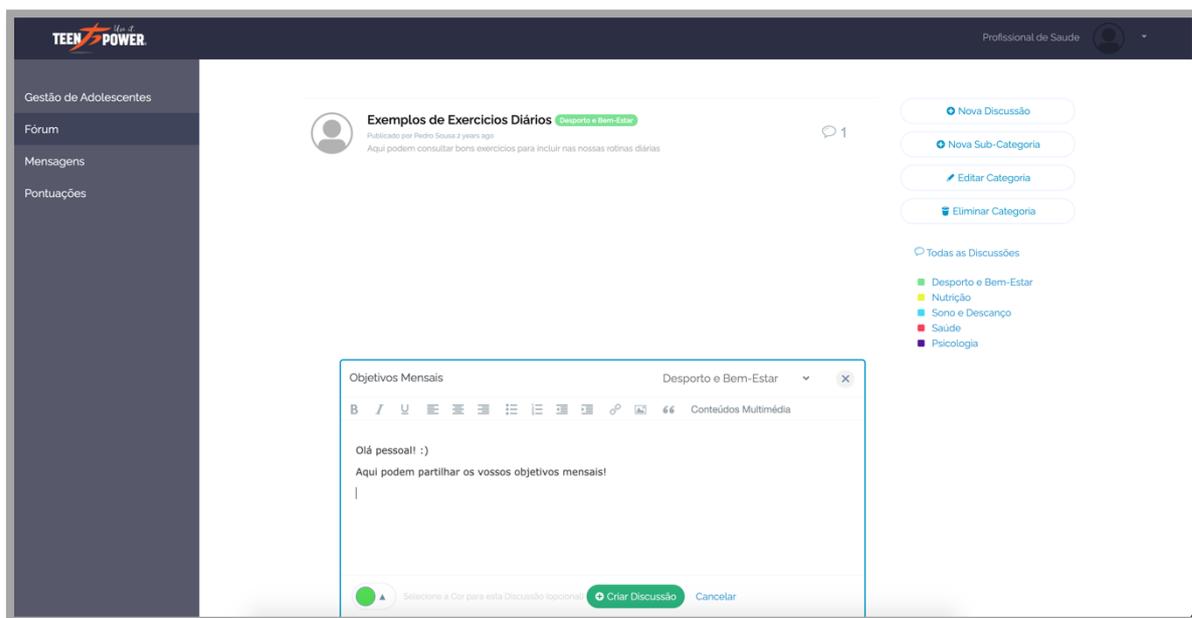


Figura 26 - Fórum TeenPower (*Backoffice*) – Gestão de Categorias e Criação de Nova Discussão

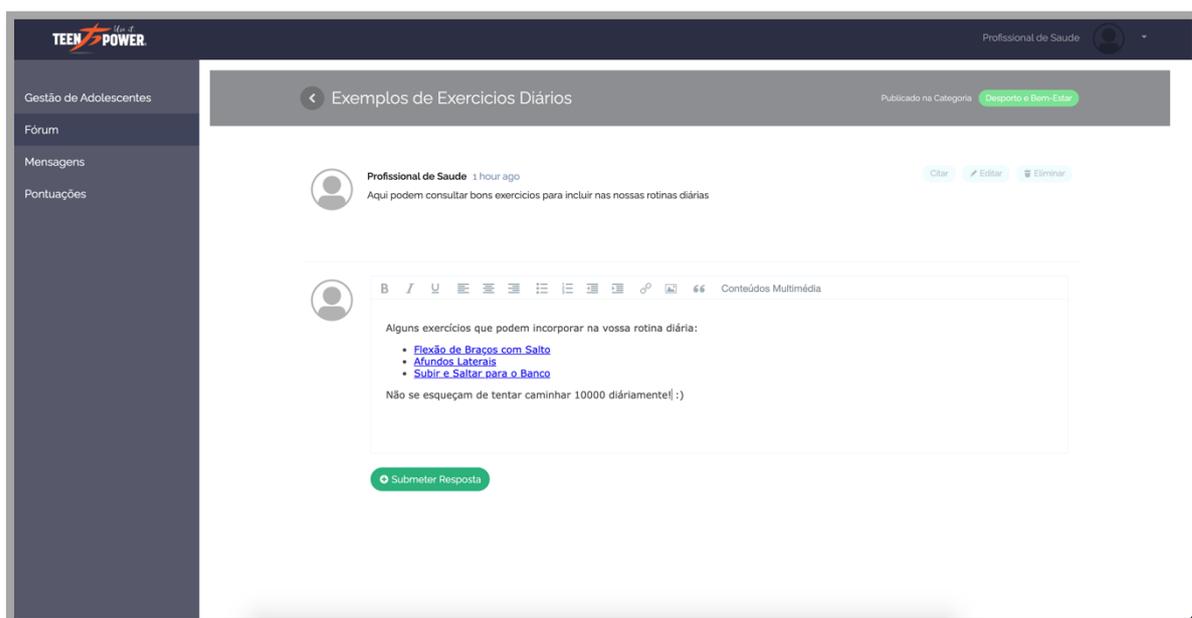


Figura 27 - Fórum TeenPower (*Backoffice*) - Criação de Novo Post

Os adolescentes podem consultar e criar novas discussões, ou responder em discussões já existentes, através da Aplicação TeenPower (Figura 28). Uma vez que o *Backoffice* permite a partilha de conteúdos multimédia em cada *post*, sendo o conteúdo dos mesmos armazenado na base de dados em formato HTML, são utilizadas *webviews* para renderizar o conteúdo dos mesmos (Figura 29).

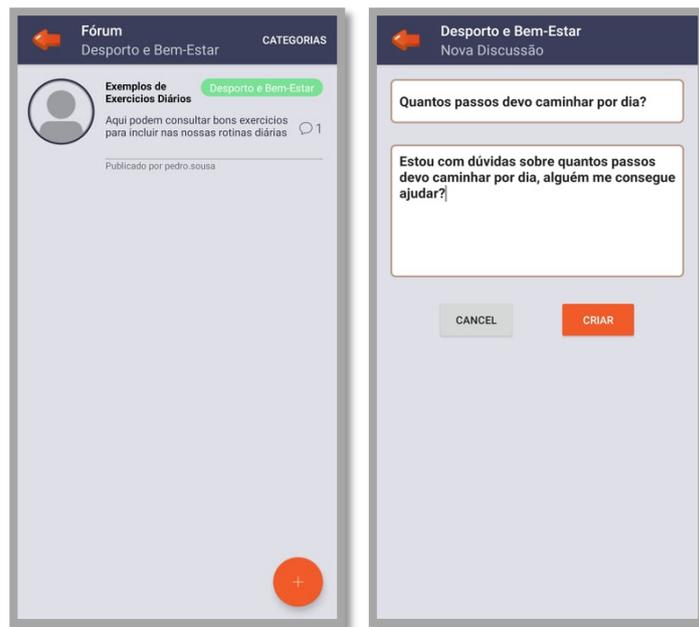


Figura 28 - Fórum TeenPower (Aplicação TeenPower) - Discussões por Categoria e Criação de Nova Discussão



Figura 29 - Fórum TeenPower (Aplicação TeenPower) - Badges de Notificações e Visualização de Discussão

Para informar os utilizadores sobre novas contribuições no fórum, foram implementados os seguintes mecanismos:

- Envio de notificações *push* para a aplicação móvel quando são criadas novas discussões ou novos *posts*;
- Envio de e-mail no final de cada dia, que resume as contribuições efetuadas no fórum durante o dia passado (secção 5.3.3);

As notificações despoletadas devido a novas contribuições no fórum são enviadas a partir do Sistema de Comunicação (SC), utilizando o serviço *Firebase Cloud Messaging* (FCM). Dado que qualquer utilizador pode acompanhar qualquer discussão, cada notificação tem como recipientes todos os utilizadores que possuam um FCM *token* (secção 4.3.2) registado no momento em que ocorreu o evento. Uma vez que, por requisito, as notificações *push* recebidas pela Aplicação TeenPower não são apresentadas na barra de estados, foram implementados indicadores visuais (*notification badges*) em várias secções da aplicação, que alertam o utilizador para a existência de novas contribuições no fórum (Figura 29).

5.3.2. Chat

Por omissão, cada utilizador apenas pode comunicar com utilizadores que, de alguma forma, pertençam à mesma instituição. No caso dos profissionais de saúde, é permitida a comunicação com utilizadores que pertençam a instituições onde os mesmos exerçam funções. Já os administradores podem comunicar com qualquer utilizador registado na Plataforma TeenPower.

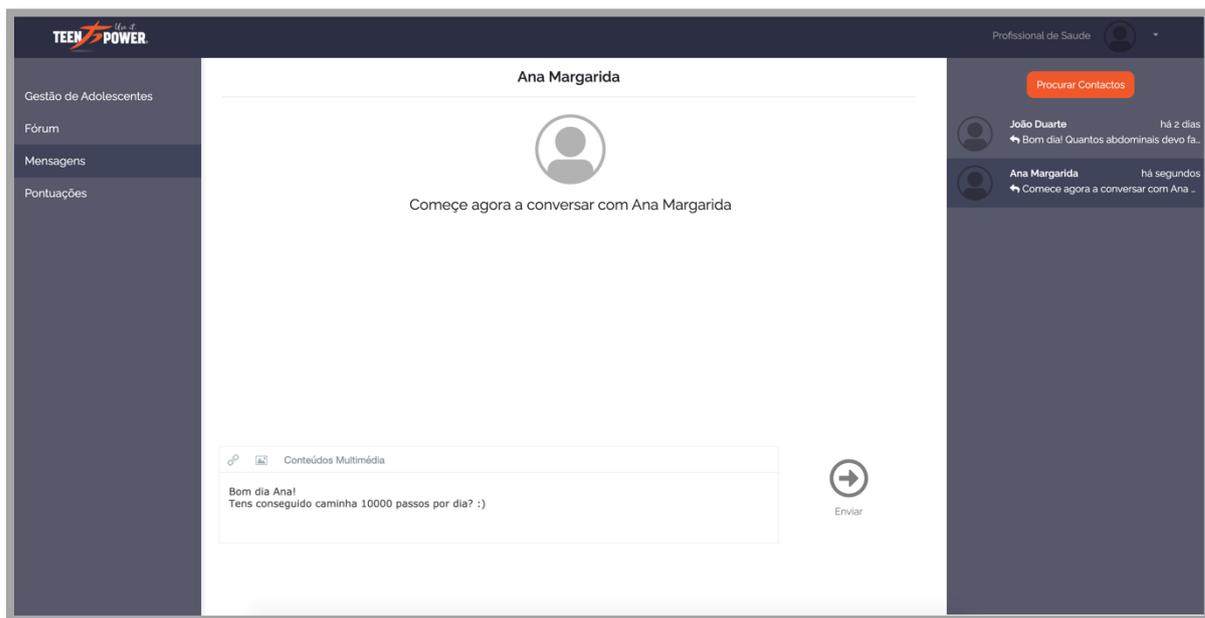


Figura 30 - Backoffice TeenPower - Início de uma conversa com adolescente

O *chat* pode ser utilizado através do *Backoffice* ou através da aplicação móvel. A comunicação em tempo real é assegurada pela utilização de *websockets* e notificações *push*, que propagam as novas mensagens até ao destinatário, independentemente da aplicação que este utilize.

Cada mensagem de *chat* é processada pelo *Backend*, sendo posteriormente enviada para o destinatário através do Sistema de Comunicação. Caso o destinatário seja utilizador do *Backoffice*, e se encontre online, a mensagem é enviada para a aplicação *web* através de *websockets*. Caso o utilizador se encontre na página “Mensagens”, a mensagem é apresentada de imediato.

Por outro lado, caso o destinatário seja utilizador da aplicação móvel, e tenha um *FCM token* registado (secção 4.3.2), a mensagem é enviada para a mesma através de *notificações push*. Caso o utilizador se encontre a visualizar a conversa com o remetente, a mensagem é apresentada em tempo real. Contudo, caso o utilizador se encontre noutra secção da aplicação, são utilizados indicadores *visuais (notification badges)* para alertar para a existência de nova mensagem, tal como apresentado na Figura 31 esquerda e centro.

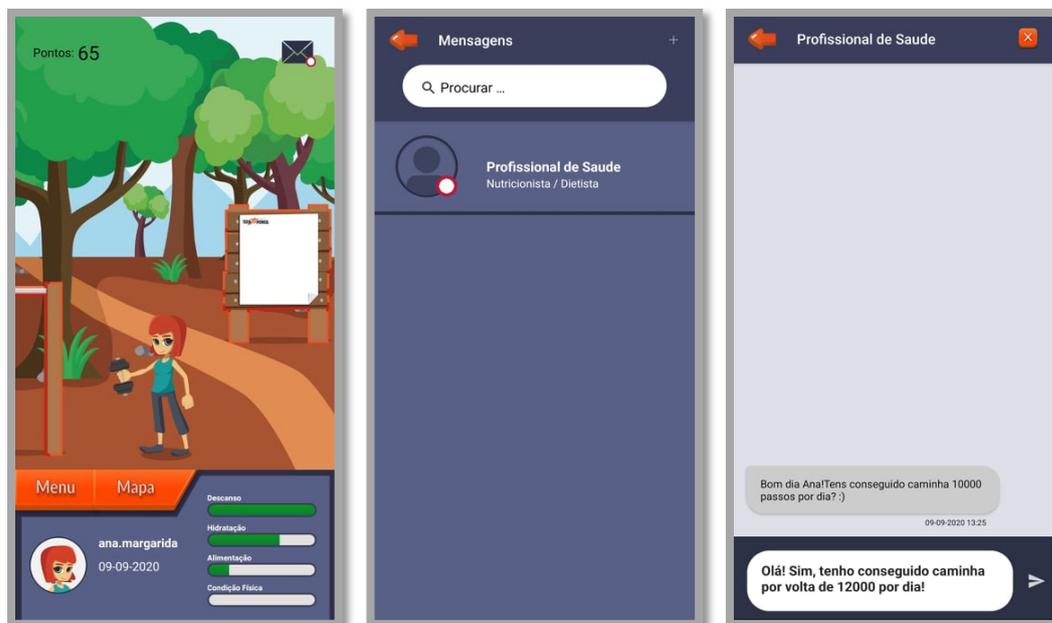


Figura 31 - Aplicação TeenPower – Comunicação através do *chat*

Uma vez que o *Backoffice* permite a partilha de conteúdos didáticos a partir do repositório de conteúdos, *links* externos ou até mesmo ficheiros carregados a partir do dispositivo do utilizador, cada mensagem de *chat* é armazenada na base de dados em formato HTML. Por este motivo, são utilizadas *webviews* para renderizar o conteúdo de cada mensagem.

À semelhança do fórum, as mensagens de *chat* que se encontrem por ler no final de cada dia são enviadas ao utilizador no e-mail que resume as interações diárias na plataforma (ver secção 5.3.3).

5.3.3. *Resumo de interações diárias*

No final de cada dia, é enviado um e-mail que apresenta as mensagens de *chat* não lidas e as interações mais recentes no fórum de discussão (Figura 32). Este e-mail é enviado para os membros da equipa de investigação, para que estes fiquem a par das interações que ocorreram no módulo de interação social durante o dia.

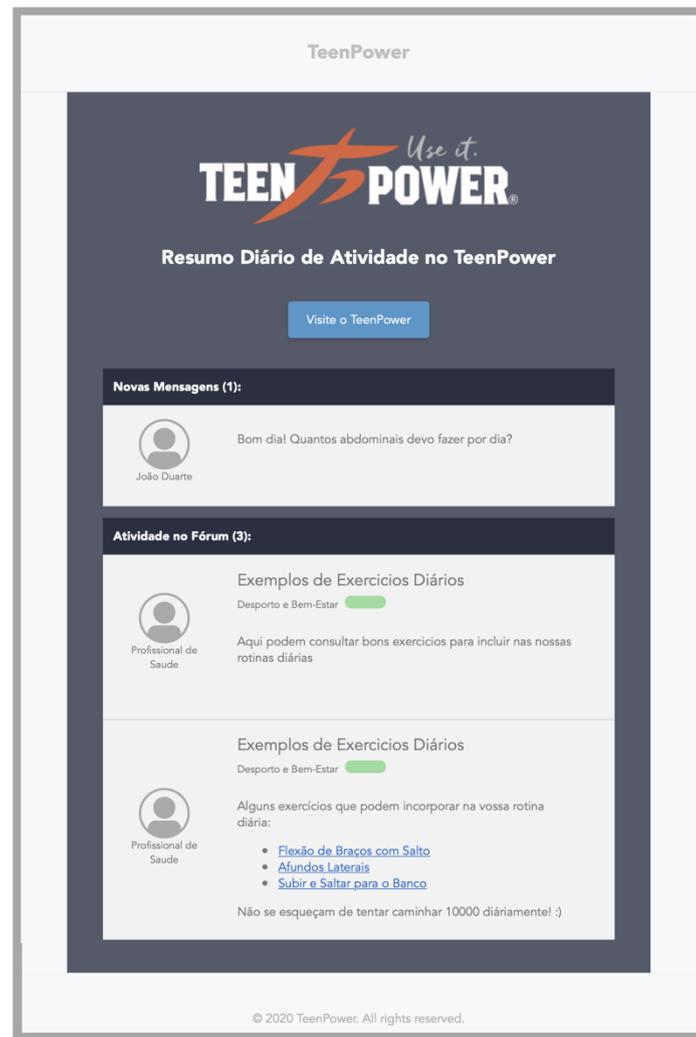


Figura 32 – *Backoffice* TeenPower – Email de resumo de interações diárias

5.4. Auto-monitorização do Exercício Físico

Relativamente ao exercício físico e dados antropométricos, é possível auto-monitorizar:

- manualmente: o peso, perímetro da cintura, e aptidão muscular (abdominais e flexões) (Figura 33);

- e automaticamente: os passos caminhados diariamente e as calorias despendidas no percurso (Figura 35).

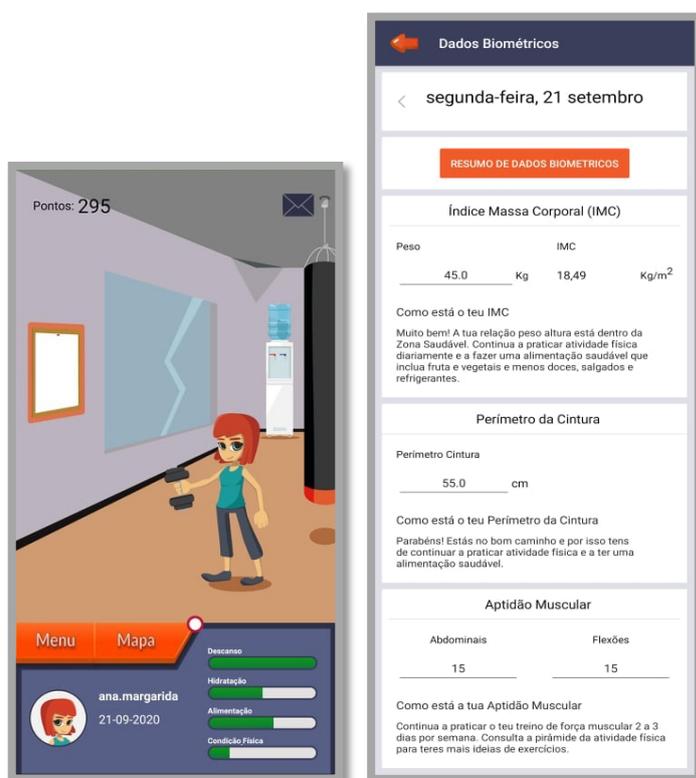


Figura 33 – Aplicação TeenPower – Cenário “Ginásio” e auto-monitorização de exercício e dados antropométricos

A auto-monitorização dos dados antropométricos e do exercício físico é feita através do ecrã “Dados Biométricos”, acessível através do cenário “Ginásio” (Figura 33). Através do seletor de datas presente na parte superior do ecrã, o utilizador pode registar dados não só para o dia atual, mas também para qualquer dia da semana anterior. Ao registar o peso, é utilizada a altura especificada no perfil do utilizador para calcular o IMC atual. À medida que o utilizador introduz valores para os dados antropométricos ou para a aptidão muscular, é apresentado *feedback* customizado que varia consoante o valor em questão se encontra, ou não, dentro do intervalo recomendado para a idade e género do utilizador (Anexo A e Tabela 3).

Os dados introduzidos são persistidos na base de dados *in-app* ao alterar o dia selecionado ou ao sair do ecrã atual, sendo apresentados novamente sempre que seleccione o dia para o qual registou dados. Os dados apresentados na vista são geridos pelo *ViewModel*, que utiliza o DAO dedicado aos dados antropométricos e de exercício físico para obter e persistir dados

na base de dados *in-app*. São utilizados *Observers* em conjunto com *LiveData* para que a vista seja reativa a alterações nos dados (ver secção 4.2).

Tabela 3 – Aplicação TeenPower - Feedback fornecido consoante valores introduzidos

Métrica	Valor	Periodicidade
Índice de Massa Corporal (IMC)	Recomendado	“Muito bem! A tua relação peso altura está dentro da Zona Saudável. Continua a praticar atividade física diariamente e a fazer uma alimentação saudável que inclua fruta e vegetais e menos doces, salgados e refrigerantes.”
	Acima do valor Recomendado	“Atenção! A tua relação peso altura está fora da Zona Saudável. Tenta praticar atividade física diariamente e fazer uma alimentação saudável que inclua fruta e vegetais e menos doces, salgados e refrigerantes. Aconselha-te com profissionais de saúde ou com o teu professor.”
Perímetro da Cintura	Recomendado	“Parabéns! Estás no bom caminho e por isso tens de continuar a praticar atividade física e a ter uma alimentação saudável.”
Perímetro da Cintura	Acima do valor Recomendado	“Atenção! O perímetro da tua cintura está fora da Zona Saudável. Tenta praticar mais atividade física e fazer uma alimentação saudável que inclua fruta e vegetais e menos doces, salgados e refrigerantes. Aconselha-te com profissionais de saúde, com o teu professor e/ou com a tua família.”
Aptidão Muscular	Qualquer valor	Continua a praticar o teu treino de força muscular 2 a 3 dias por semana. Consulta a pirâmide da atividade física para teres mais ideias de exercícios.
Passos Caminhados	Recomendado	“Muito bem! Continua a caminhar e a ser ativo.”
	Abaixo do Valor Recomendado	“Atenção! Deves caminhar mais. É essencial para sere mais saudável.”

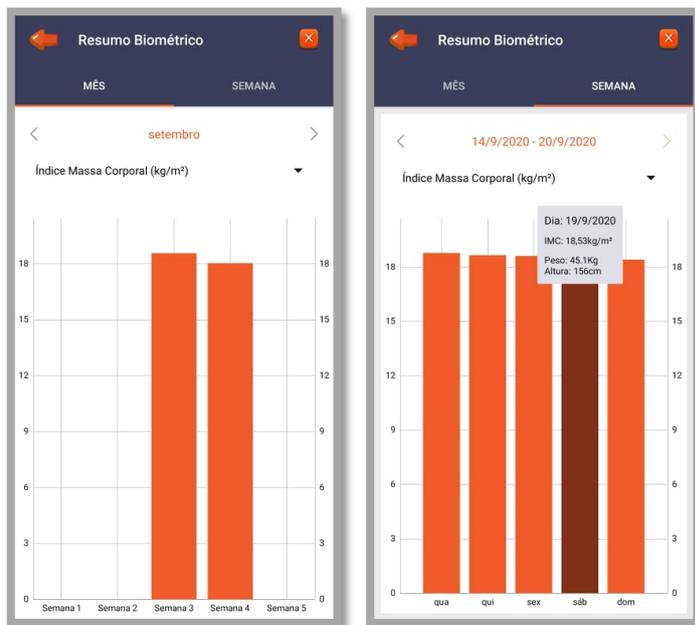


Figura 34 – Aplicação TeenPower - Resumo semanal e mensal de dados introduzidos

O utilizador pode consultar um resumo dos dados introduzidos através do ecrã “Resumo Biométrico” (Figura 34), podendo organizá-los por mês ou semana. Os gráficos apresentados nesta secção foram implementados com recurso à biblioteca *MPAndroidChart* [38].

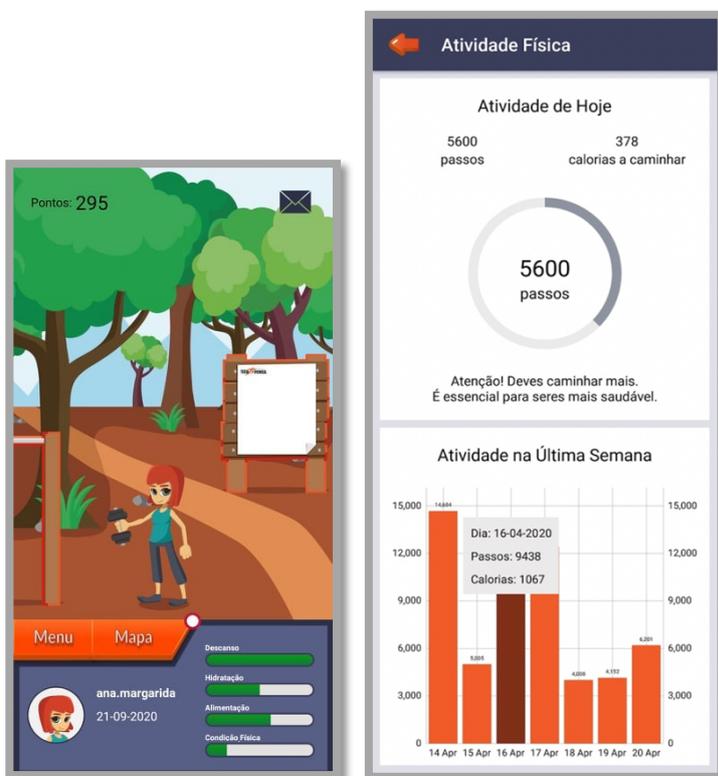


Figura 35 – Aplicação TeenPower – Cenário “Parque” e ecrã de “Atividade Física”

A auto-monitorização dos passos e calorias despendidas utiliza os sensores do dispositivo para obter métricas importantes sobre a atividade física. Os dados recolhidos podem ser consultados através do ecrã “Atividade Física”, acessível através do cenário “Parque”. É possível consultar os dados do dia atual, e também o histórico de dados recolhidos na última semana. Consoante os passos já caminhados durante o presente dia, é apresentado *feedback* customizado (Tabela 3) que varia consoante o valor diariamente recomendado para o género do utilizador ².

As barras apresentadas na parte inferior de cada cenário representam o quão perto o utilizador está de atingir os valores recomendados para o “descanso”, “hidratação”, “alimentação” e “condição física”, de acordo com as informações introduzidas nos respetivos módulos de auto-monitorização. No caso da barra de “condição física”, a barra indica o quão perto o utilizador se encontra de caminhar os passos diariamente recomendados.

Os dados obtidos através das ferramentas de auto-monitorização são mantidos na base de dados *in-app* até se verificarem as condições necessárias para o envio dos mesmos para o *Backend* (ver secção 4.2). Após sincronizados, poderão ser consultados por profissionais de saúde e professores, através do *dashboard* de visualização de dados do *Backoffice* (Figura 36). A vista inicial do *dashboard* apresenta o resumo das informações introduzidas pelo utilizador nas ferramentas de auto-monitorização durante a semana atual. Ao clicar em qualquer um dos gráficos apresentados na vista inicial, é possível consultar os dados recolhidos para cada métrica em diferentes períodos temporais, podendo agrupar os dados por ano, mês ou semana. (Figura 37).

Por último, é importante referir que caso um utilizador da APP se autentique noutra *smartphone*, os dados armazenados na base de dados TeenPower são sincronizados com a aplicação logo após o processo de autenticação, garantindo que o utilizador tem acesso aos seus dados de auto-monitorização independentemente do dispositivo que utilize.

² Para utilizadores do género feminino, é recomendado caminhar pelo menos 12000 passos diariamente. Para utilizadores do género masculino, é recomendado caminhar pelo menos 15000 passos diariamente.

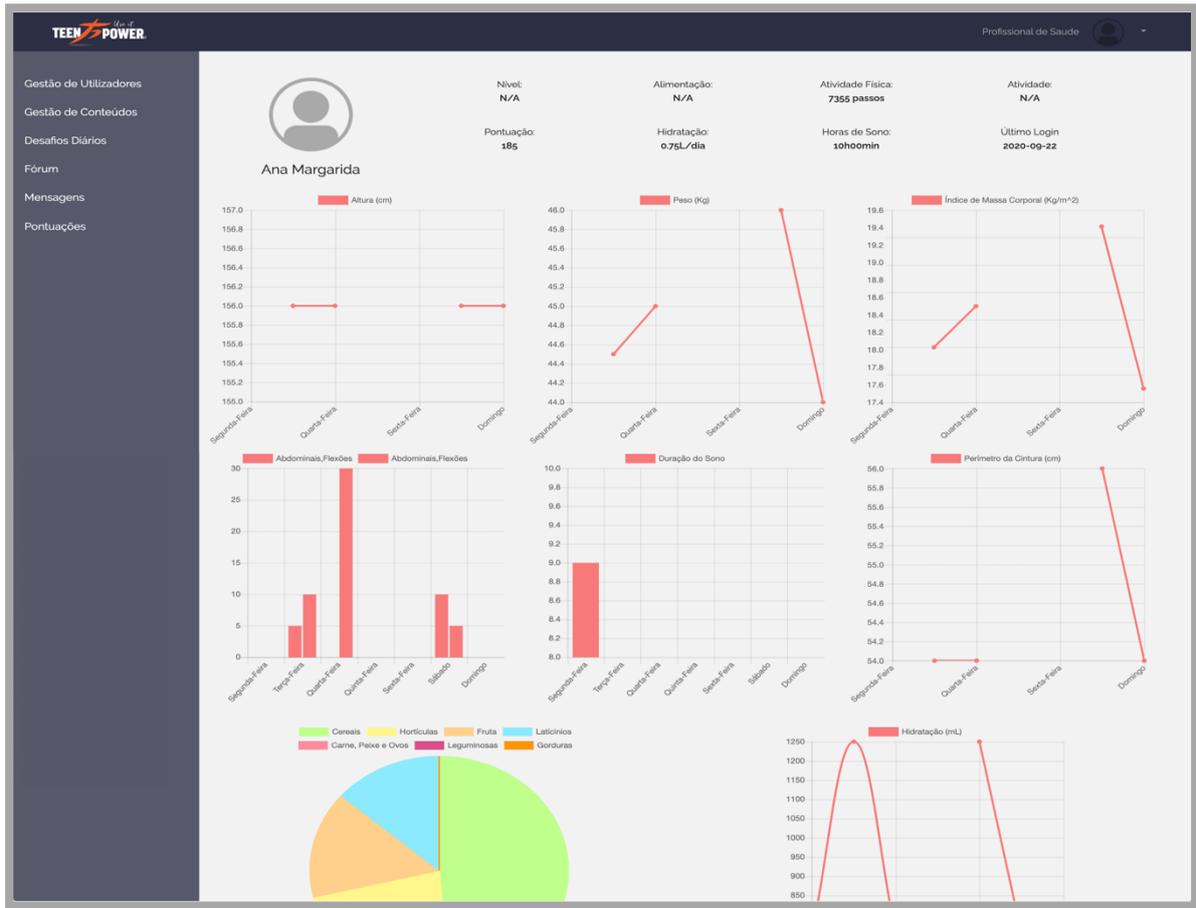


Figura 36 - Backoffice TeenPower - Dashboard de visualização de dados

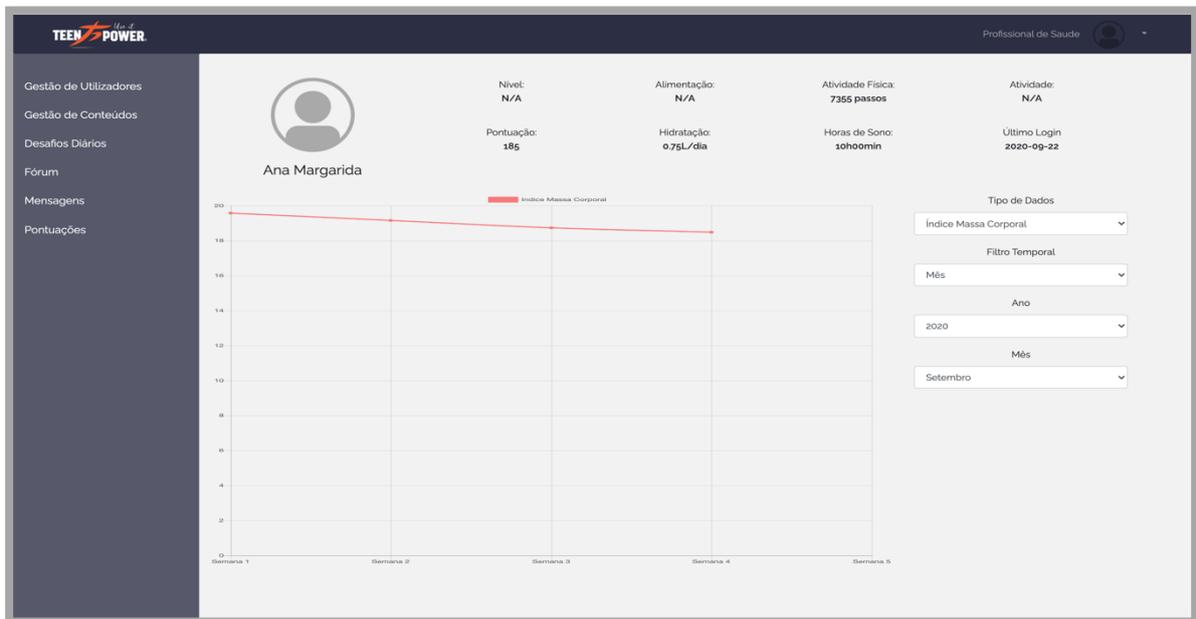


Figura 37 - Backoffice TeenPower – Visualização do histórico de dados

5.5. Gestão de Conteúdos Educativos

O repositório de conteúdos educativos da Plataforma TeenPower contém *posters*, vídeos e documentos criados com o objetivo de promover comportamentos saudáveis junto dos adolescentes. Os conteúdos presentes neste repositório podem ser partilhados através das ferramentas de interação social ou visualizados em determinadas secções da aplicação móvel.

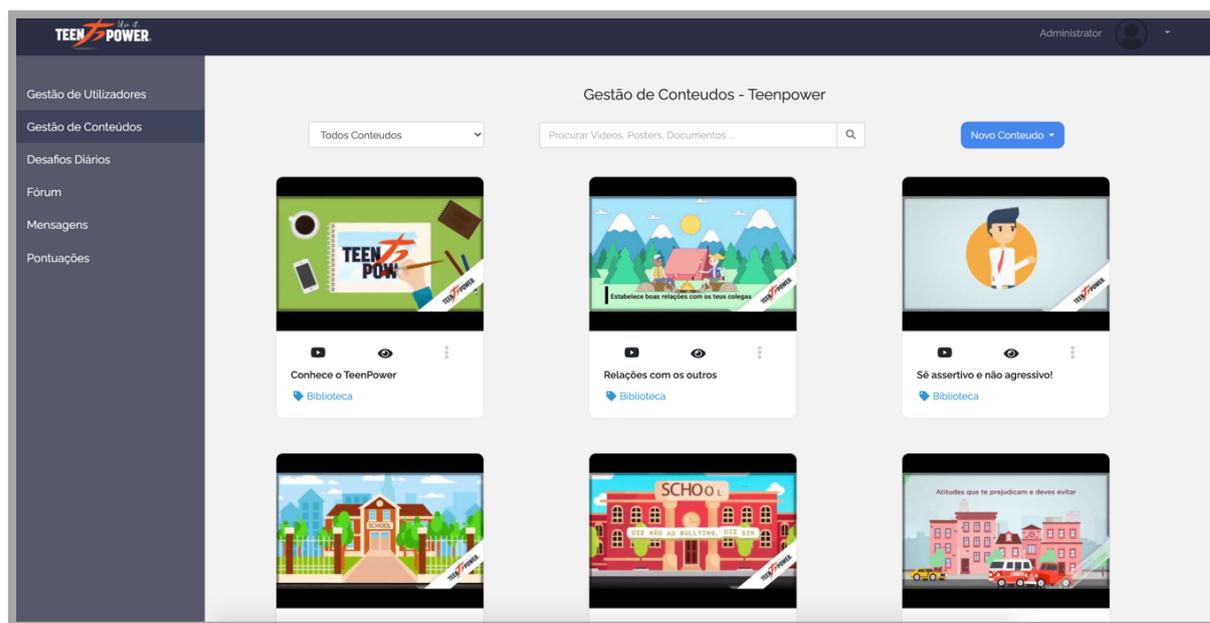


Figura 38 - *Backoffice* TeenPower - Página de “Gestão de Conteúdos”

A gestão de conteúdos multimédia é realizada através do *Backoffice* (Figura 38), por utilizadores com o perfil de administrador. O processo de criação de novos *posters* ou documentos requer o carregamento de um ficheiro a partir do dispositivo do utilizador, sendo o mesmo armazenado no servidor do *Backend* para posterior disponibilização. Caso o novo conteúdo seja um vídeo, o mesmo deve estar disponível na plataforma Youtube, uma vez que é necessário indicar o *link* para o vídeo durante o processo de criação.

A aplicação móvel contém três secções destinadas à apresentação de conteúdos provenientes do repositório:

- Ao clicar nas barras fixas do cenário “Parque” (Figura 39 - esquerda);
- Ao clicar nas máquinas de exercício físico do cenário “Ginásio” (Figura 39 - direita);
- No ecrã “Biblioteca” (Figura 40 – esquerda).

Durante o processo de criação de um novo conteúdo é necessário indicar o nome, *thumbnail*, descrição, ficheiro ou *link* para o conteúdo, e ainda, entre uma e cinco etiquetas. Para além de facilitar a organização do repositório, as etiquetas permitem definir os locais da aplicação onde cada conteúdo é apresentado. A atribuição das etiquetas “Parque”, “Biblioteca” ou “Ginásio” leva a que um conteúdo seja apresentado nos respetivos cenários da aplicação, podendo ser apresentado em múltiplos cenários em simultâneo.

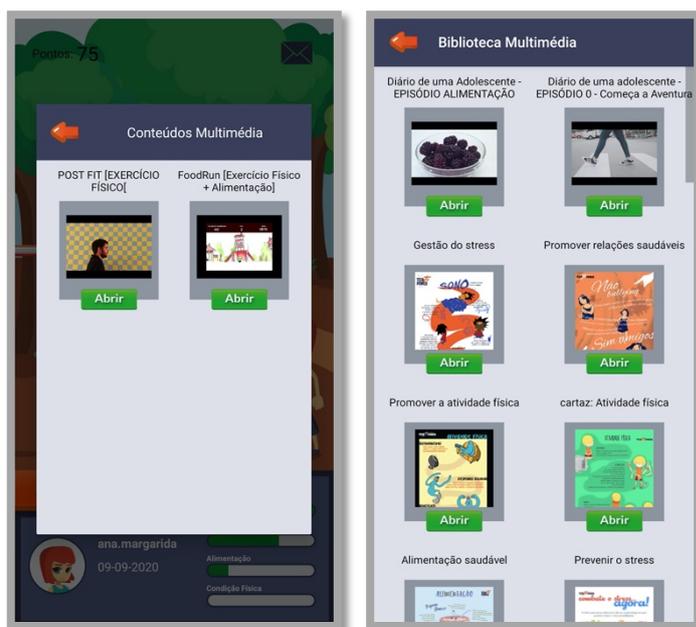


Figura 39 - Aplicação TeenPower - Conteúdos multimédia apresentados nos cenários "Parque" e "Biblioteca"

A visualização de *posters* ou documentos é feita através do *browser* instalado no dispositivo do utilizador. Caso o conteúdo seja do tipo documento, é utilizado o serviço Google Docs para visualizar o mesmo. Já os conteúdos do tipo vídeo são reproduzidos a partir da plataforma Youtube, utilizando o *browser* do dispositivo ou a aplicação da plataforma.

Para além dos tipos de conteúdos descritos acima, a aplicação permite a consulta de sugestões de alimentação saudável através do frigorífico existente no cenário “Casa” (Figura 40 - direita). Nesta secção, são apresentadas sugestões saudáveis para lanches rápidos, batidos, e sumos naturais, com vista em incentivar os adolescentes a optarem por lanches e *snacks* saudáveis durante o seu dia. Ao contrário dos tipos de conteúdos mencionados anteriormente, as sugestões de alimentação são consideradas conteúdos estáticos, e, por isso, não são geridas através da página “Gestão de Conteúdos” do *Backoffice*.

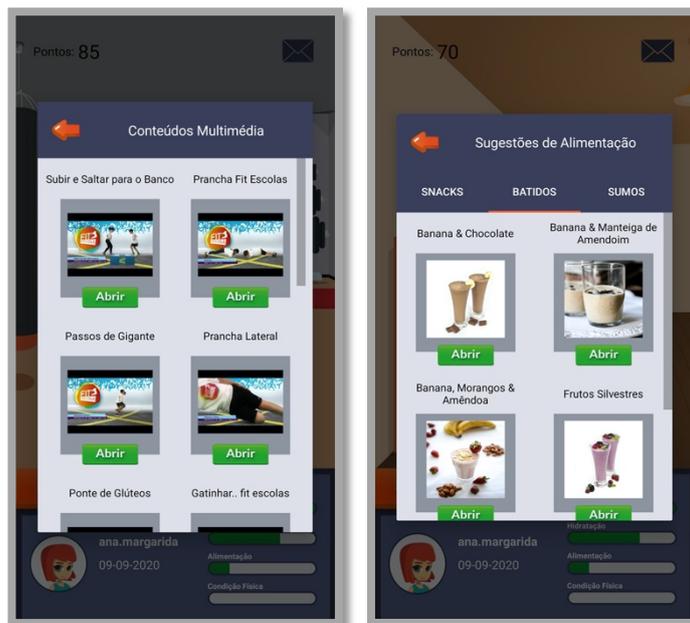


Figura 40 – Aplicação TeenPower - Conteúdos multimédia apresentados nos cenários "Ginásio" e "Casa"

5.6. Gamificação

A Aplicação TeenPower recorre à gamificação para motivar os seus utilizadores a usar diariamente a aplicação, existindo uma forte componente de gamificação transversal a toda a aplicação. A estruturação e o desenho da aplicação como um jogo que leva o utilizador por vários cenários, bem como a atribuição de pontos pelas ações do utilizador, procuram encorajar o utilizador a explorar a aplicação, aumentando o envolvimento e incentivando a adoção de comportamentos saudáveis.

A Tabela 4 apresenta as interações com a aplicação que são premiadas com pontos. Em geral, são atribuídos pontos quando o utilizador utiliza as ferramentas de auto-monitorização ou pela consulta de conteúdos educativos.

Tabela 4 - Aplicação TeenPower - Pontos atribuídos pela participação

Secção da Aplicação	Ação	Pontos	Periodicidade
Frigorífico da Casa	Abrir lista de sugestões de alimentação	5	Sempre
	Consultar sugestão de alimentação	10	Sempre
Ginásio	Registrar peso	5	Uma vez por dia

Ginásio	Registar perímetro da cintura	5	Uma vez por dia
	Registar abdominais	15	Uma vez por dia
	Registar flexões	15	Uma vez por dia
Bicicleta do ginásio	Consulta de conteúdos educativos	10	Sempre
Barras fixas do Parque	Consulta de conteúdos educativos	10	Sempre
Quadro do Parque	Visualizar passos e calorias despendidas	5	Sempre
Biblioteca	Consulta de conteúdos educativos	10	Sempre
Fórum	Aceder ao fórum	5	Sempre
	Responder em discussão	10	Sempre
Desafios Diários	Consultar Missão Diárias	5	Uma vez por dia

A pontuação acumulada até ao momento é apresentada no canto superior de cada cenário (Figura 31, Figura 33, Figura 34, Figura 35, Figura 39, Figura 40). O utilizador poderá comparar a sua pontuação com a de outros utilizadores através do ecrã “Ranks”, acessível através do menu principal. Este ecrã apresenta não só o “rank” atual do utilizador, mas também as pontuações dos dez melhores “jogadores” (Figura 41). A lista de pontuações também se encontra disponível no *Backoffice*, na página “Pontuações” (Figura 42).

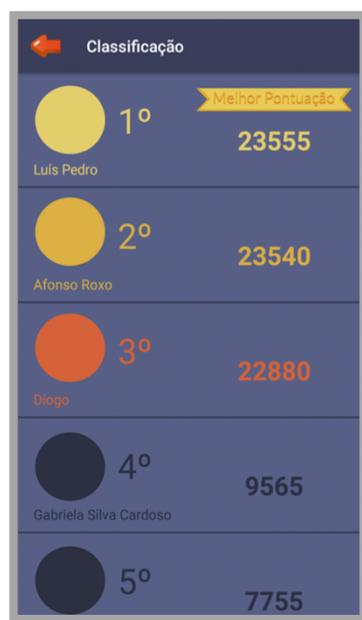


Figura 41 - Aplicação TeenPower - Quadro de honra (Ranking de pontuações)

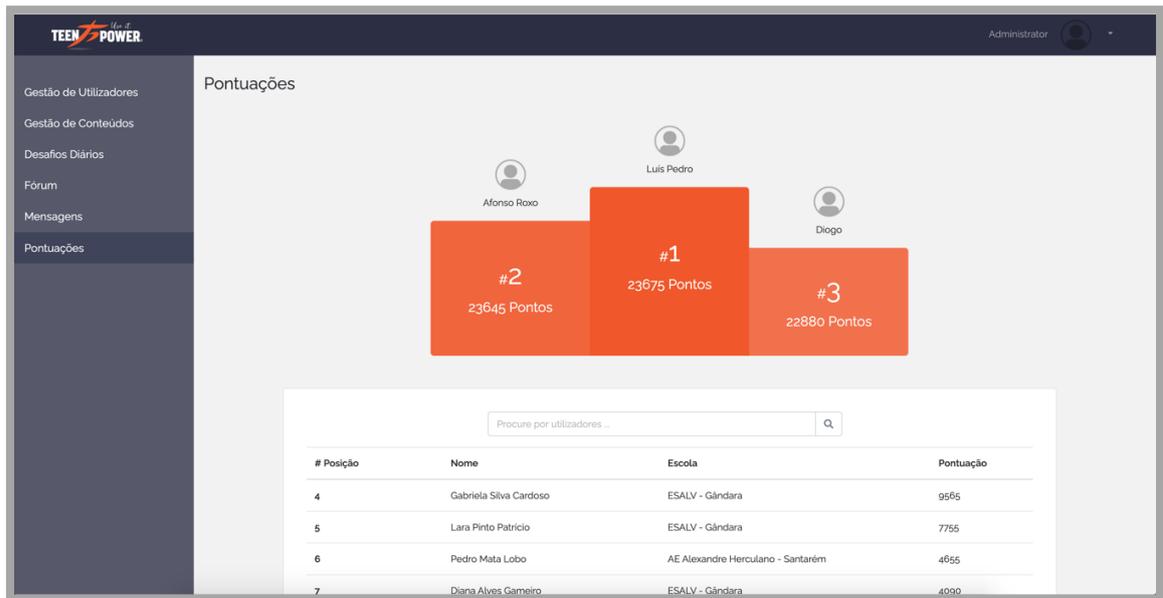


Figura 42 - Backoffice TeenPower - Quadro de honra (Ranking de pontuações)

Outro mecanismo implementado com o objetivo de ajudar os adolescentes a adotar rotinas saudáveis de forma gradual, é o lançamento de desafios diários. Cada desafio propõe ao adolescente uma “missão” para o dia atual, geralmente consistindo na alteração dos hábitos alimentares ou na realização de exercício físico. O desafio diário para o dia atual pode ser consultado através do botão “Missão” presente no cenário “Mapa”. São utilizados *notification badges* para alertar o utilizador sempre que existe um novo desafio diário (Figura 43).

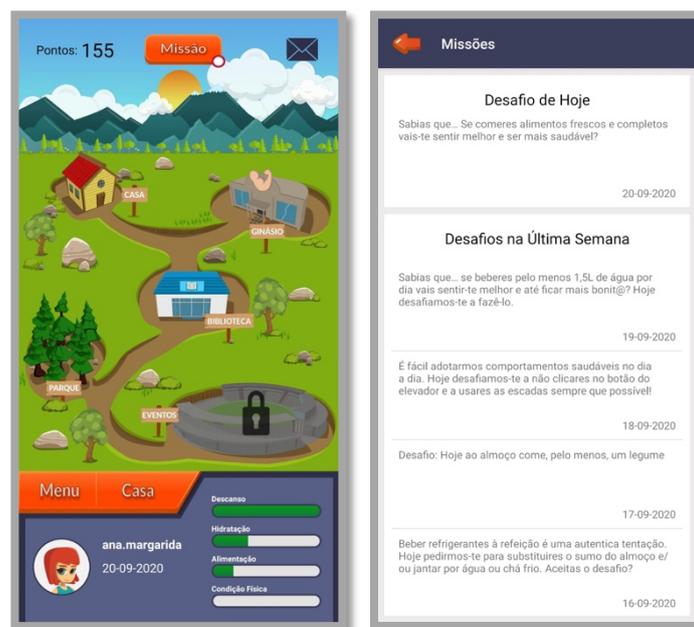


Figura 43 - Aplicação TeenPower - Desafios diários

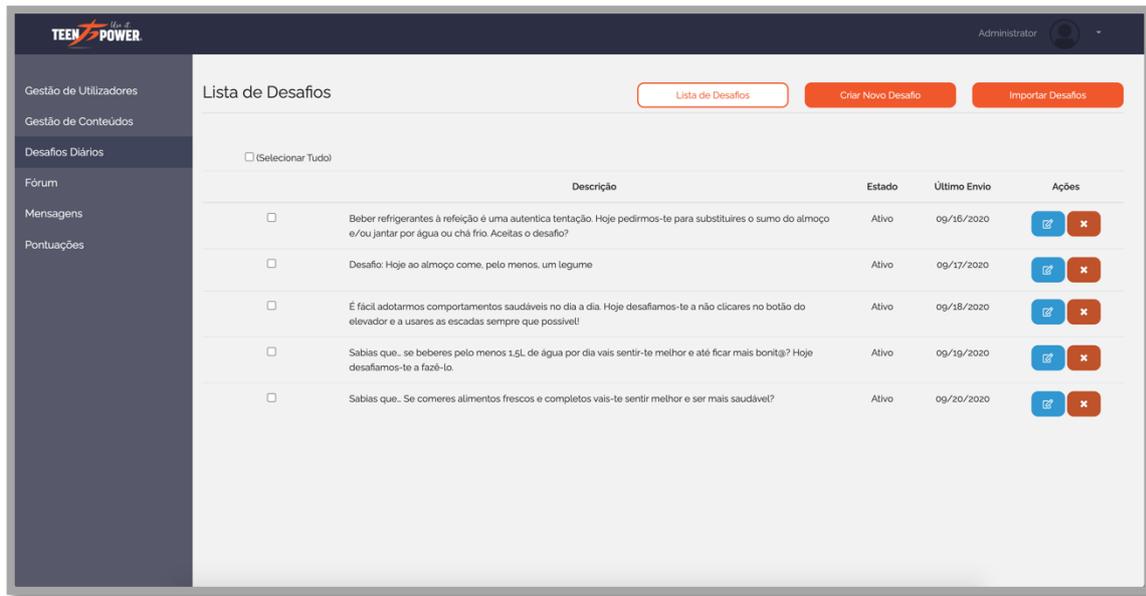


Figura 44 - *Backoffice* TeenPower - Gestão de desafios diários

A gestão de desafios diários pode ser realizada através do *Backoffice*, por utilizadores com o perfil de Administrador (Figura 44). À semelhança da criação de novos utilizadores, os desafios diários podem ser criados através de processos de criação individual, ou através de processos de criação em *bulk* recorrendo a ficheiros .csv e .xlsx.

A seleção do desafio diário para o dia atual é feita de forma automática pelo *Backend*. Uma vez que existe uma quantidade finita de desafios, ao selecionar um desafio é armazenada a data em que o mesmo foi selecionado. Esta data é posteriormente utilizada durante os processos de seleção posteriores, uma vez que, na ausência de desafios que ainda não tenham sido enviados, é selecionado o desafio que apresente a menor data de último envio. O desafio diário selecionado é enviado para aplicação móvel através de notificações *push*, ficando disponível para os adolescentes consultarem no início de cada manhã.

6. Validação e Testes de Usabilidade

A plataforma foi desenvolvida seguindo uma abordagem centrada no utilizador. Começou por incluir as necessidades identificadas para os seus utilizadores, e contou com *feedback* proveniente dos membros da equipa TeenPower ao longo do percurso.

A plataforma foi submetida a três fases de validação focadas na usabilidade e na experiência do utilizador (Figura 45). Cada fase proporcionou o contacto direto entre as aplicações e o público alvo, com vista a obter *feedback* e encontrar potenciais problemas de usabilidade. Embora cada fase tenha recorrido a diferentes métodos para a obtenção de *feedback*, as conclusões retiradas em cada uma permitiram guiar o desenvolvimento da plataforma, quer a nível de design, quer a nível de implementação de funcionalidades.

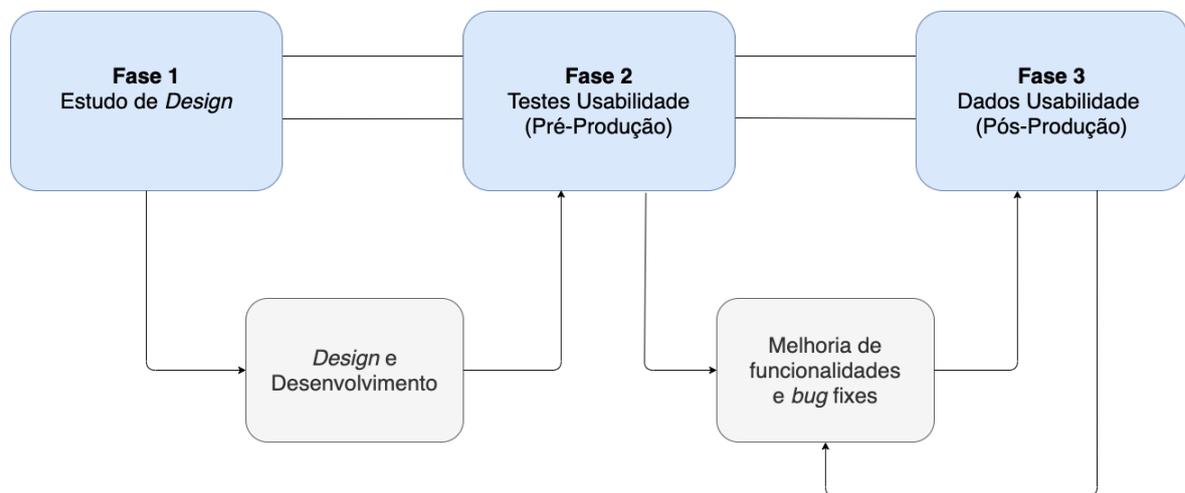


Figura 45 - Fases de Validação Plataforma TeenPower – (Adaptado de “TeenPower: development of an adolescent obesity prevention platform from a user-centered design approach” [24])

6.1. Fase 1 – Estudo de Design

A primeira fase de validação focou-se na criação do *design* preliminar para as aplicações da plataforma TeenPower. A colaboração com *designers* e especialistas em UI/UX, permitiu criar interfaces apelativas que respondem às necessidades do público alvo e maximizam o envolvimento do utilizador desde o primeiro momento.

Para criar o *design* preliminar foi necessário compreender, em primeiro lugar, os perfis dos utilizadores da plataforma e as suas respetivas necessidades. De seguida, foi definida a *user journey* recorrendo ao método de *storytelling*. Durante este processo, foi identificada a

necessidade de incluir um avatar que representasse o adolescente na aplicação móvel, e criada a narrativa que organiza a aplicação em diferentes secções. Os primeiros *mockups* foram criados recorrendo a protótipos de papel, tendo sido apresentados aos utilizadores de forma a obter feedback e validar a organização inicial das funcionalidades identificadas durante a fase de levantamento de requisitos.

A estratégia de *design* adotada focou-se na inclusão de elementos de gamificação na aplicação móvel, com o objetivo de promover a adoção de comportamentos saudáveis através de desafios didáticos. Uma descrição mais detalhada dos métodos utilizados nesta fase de validação, assim como os resultados obtidos, podem ser consultados em [39].

6.2. Fase 2 - Testes de Usabilidade Pré-Produção

Os testes de usabilidade desempenham um papel fulcral em qualquer projeto de desenvolvimento de software, uma vez que permitem a identificação de falhas e o reconhecimento precoce de problemas de usabilidade de uma aplicação [40].

No total, foram realizadas duas sessões de validação da usabilidade, uma por aplicação. Tiveram lugar na Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Santarém, tendo como voluntários membros da equipa TeenPower que não haviam tido contacto prévio com as aplicações. A utilização de voluntários sem contacto prévio com as aplicações desenvolvidas, permitiu observar comportamentos semelhantes aos que o público alvo demonstraria durante as primeiras interações com as aplicações. Para além disso, o facto de o conjunto de voluntários ser constituído por profissionais de saúde permitiu validar funcionalidades importantes junto de especialistas. As sessões contaram com um total de nove voluntários, maioritariamente do género feminino (66.66%) e com a idade média de 48 anos, conforme apresenta o Anexo B.

6.2.1. Aplicação TeenPower

A sessão de testes de usabilidade realizados à aplicação baseou-se na observação direta dos comportamentos, ações e reações exibidas pelo utilizador durante uma entrevista que propunha a realização de um conjunto de tarefas especificamente concebido para testar a usabilidade da aplicação.

O guião preparado para a entrevista propunha a realização de 5 tarefas (disponível no Anexo C). A observação das reações foi realizada por membros da equipa TeenPower com

experiência prévia na utilização da aplicação, organizados em grupos de dois elementos: um entrevistador; e um observador. O entrevistador foi responsável pela leitura do guião, por encorajar o voluntário a vocalizar a sua opinião durante a realização da tarefa, e por servir como facilitador caso o voluntário apresentasse dificuldades. Durante o decorrer da sessão, o observador tomou nota das ações do voluntário, registando dados como (Anexo C):

- Tempo até à conclusão da tarefa;
- Número de cliques errados ou tentativas falhadas até concluir a tarefa;
- Se o voluntário seguiu o caminho expeável;
- Comentários e expressões do voluntário, bem como as expectativas do voluntário em relação à funcionalidade em análise.

Quando um voluntário se mostrava em dificuldades, o entrevistador procurou não fornecer diretamente a solução para o problema, optando por questionar o utilizador sobre como esperava completar a tarefa. Geralmente, ao obrigar o voluntário a pensar sobre o problema levava a que este encontra-se uma solução para o obstáculo com que se deparava. Contudo, um elevado número de tentativas ou impasses indicaram potenciais problemas de usabilidade, uma vez que o utilizador esperava um comportamento diferente da aplicação.

Durante a sessão, três pares de entrevistadores/observadores conseguiram obter informação de sete voluntários. Posteriormente, nove voluntários – sete dos quais foram sujeitos à fase de entrevista anteriormente descrita - exploraram a aplicação e responderam a um questionário de forma autónoma (Anexo D).

Os smartphones utilizados pelos voluntários durante as sessões de testes de usabilidade estão disponíveis no Anexo E. Embora a maioria dos voluntários utilizasse smartphones *Android* no seu dia-a-dia, é importante referir que dois dos voluntários usavam *iPhones* (sistema operativo iOS), o que pode explicar alguns dos problemas de navegação reportados durante a sessão.

Relativamente à entrevista, os utilizadores demoraram em média 3 minutos e 18 segundos a completar cada tarefa, efetuando aproximadamente 3,3 cliques errados até à conclusão da mesma (Figura 46).

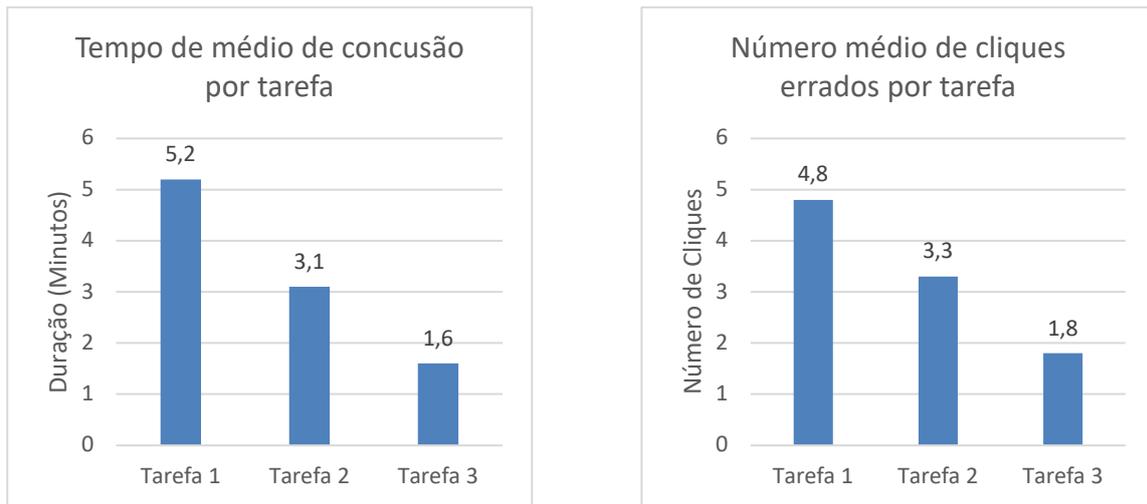


Figura 46 – Tempo médio de conclusão por tarefa e número médio de cliques errados por tarefa durante a fase de entrevista da sessão de testes de usabilidade à Aplicação TeenPower

A Figura 47 apresenta a taxa de sucesso das tarefas propostas durante fase de entrevista, e das tarefas propostas pelo questionário durante o período de exploração autónoma. Em média, os voluntários exploraram a aplicação durante 17 minutos antes de a considerar fácil de usar.

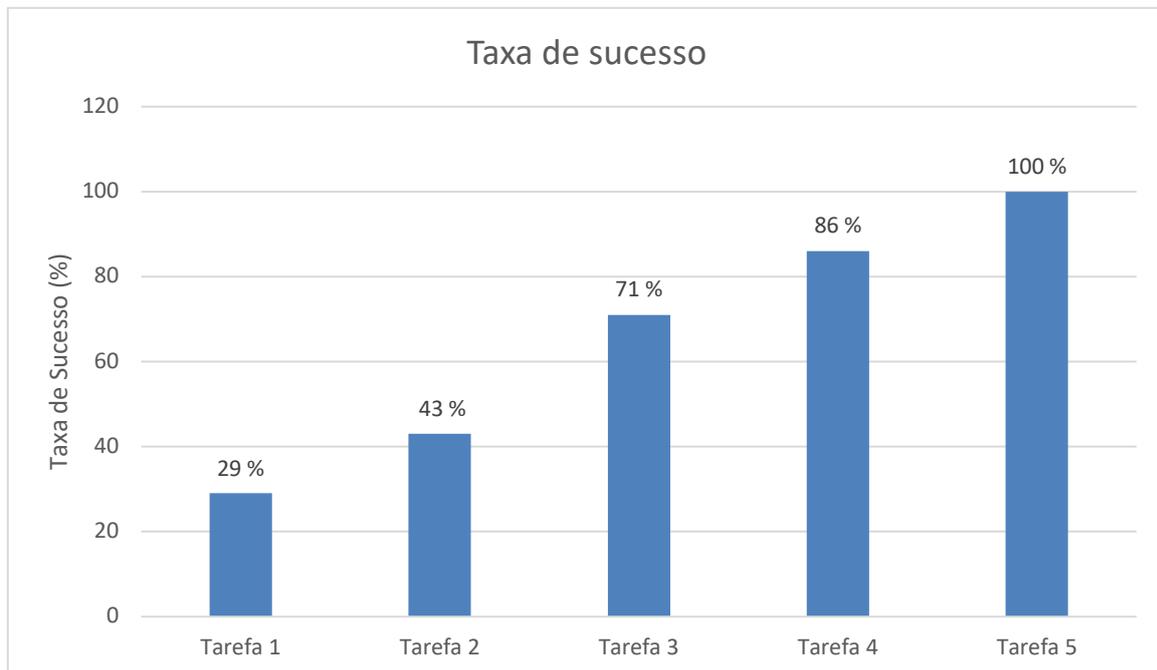


Figura 47 - Taxa média de sucesso para a conclusão das tarefas propostas durante a sessão de testes de usabilidade à Aplicação TeenPower

Alguns voluntários frisaram a existência de uma curva de aprendizagem que necessita de ser ultrapassada antes da aplicação ser considerada fácil de usar. Um dos voluntários expressou

que mesmo após 30 minutos de exploração, sentiu que ainda havia bastante conteúdo a ser explorado.

Dado que maioria dos dados obtidos através da sessão de observação direta e do questionário autónomo são qualitativos, após uma análise inicial às anotações dos observadores e às respostas ao questionário autónomo, os problemas identificados foram agrupados em categorias, de forma a facilitar a identificação de bugs e preparar eventuais melhorias (consultar [24]).

No geral, os utilizadores classificaram a usabilidade da Aplicação TeenPower como positiva. Após identificar os principais problemas reportados pelos utilizadores, foram tomadas as seguintes medidas:

- O funcionamento das funcionalidades de registo de refeições diárias foi alterado de forma a facilitar o registo dos tipos de alimentos que foram ingeridos a cada refeição;
- Foram adicionadas setas para “retroceder” no canto superior esquerdo de alguns ecrãs, de forma a facilitar a navegação pela aplicação.

6.2.2. Backoffice TeenPower

A sessão de testes de usabilidade ao *Backoffice* contou com os mesmos voluntários que participaram na sessão realizada à aplicação móvel (Anexo B), e adotou uma estrutura diferente relativamente à sessão preparada para a mesma. Cada utilizador dispôs de 25 minutos para explorar o *Backoffice* TeenPower, durante os quais observadores tomaram nota dos problemas encontrados e auxiliaram utilizadores que parecessem em dificuldades. Terminado este período, foi utilizada a versão Portuguesa do *Post-Study System Usability Questionnaire* (PSSUQ) [41] para captar a opinião do utilizador e quantificar a usabilidade geral do sistema. O questionário contém dezanove perguntas concebidas de forma positiva (itens), que devem ser respondidas com uma pontuação entre 1 e 7, onde 1 corresponde a “Concordo Totalmente”, e 7 corresponde a “Discordo Totalmente”. Pontuações mais baixas indicam melhor usabilidade.

A Figura 48 apresenta a pontuação média por item do questionário PSSUQ. No geral, os utilizadores classificaram a usabilidade do *Backoffice* como positiva, indicado pelos baixos valores de pontuação média para a maioria dos itens do questionário. A pergunta 7, relativa à qualidade do sistema, registou a pontuação mais baixa (1,22). Já a pergunta 9, que diz

respeito à qualidade da informação fornecida pelo sistema, registou a pontuação mais alta (4,38).

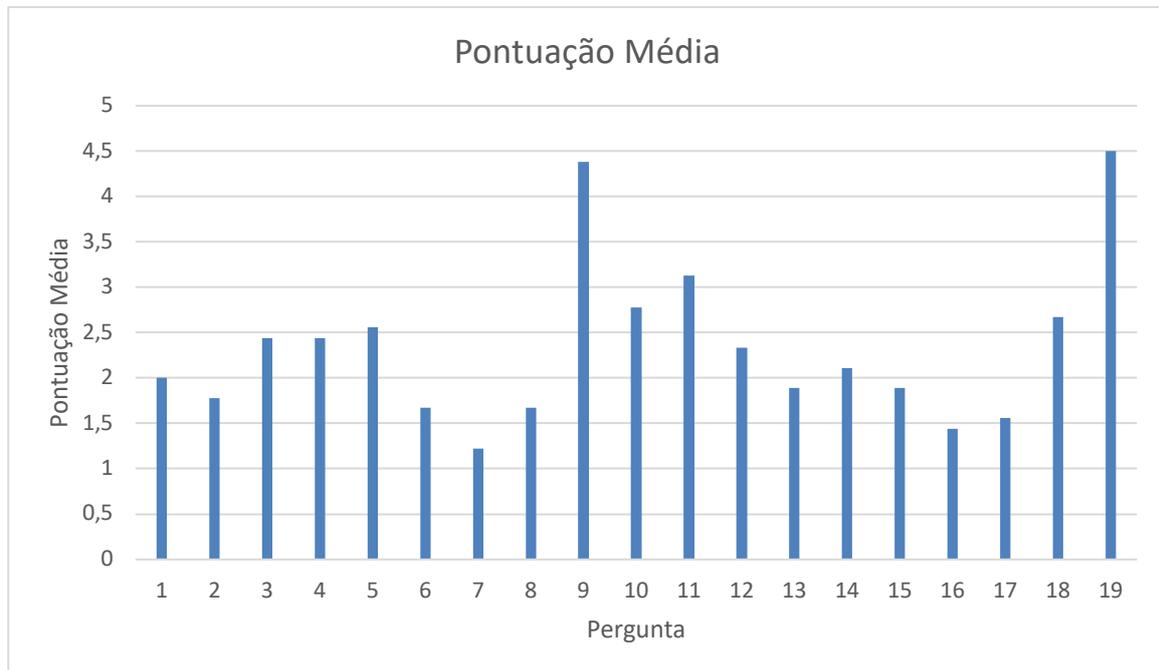


Figura 48 - Pontuação média das respostas ao questionário PSSUQ

Ao analisar as perguntas e os resultados obtidos em cada uma delas, o item 7 refere-se à facilidade de utilização do sistema (“Foi fácil aprender a utilizar este sistema”), o que significa que os utilizadores consideraram a aplicação fácil de usar e com uma curva de aprendizagem baixa. Por outro lado, o item 9 refere-se ao auxílio fornecido pelo sistema quando acontece um erro (“O sistema deu mensagens de erros que me indicaram claramente como resolver os problemas”). O alto valor registado para este item indica que quando aconteceram erros, os utilizadores tiveram dificuldades em recuperar, e as mensagens apresentadas não permitiram a identificar a solução para o problema.

Ao agrupar a media de pontuação das perguntas por secção do questionário (Figura 49), podemos verificar que a qualidade do sistema e a qualidade da interface foram consideradas bastante positivas, registando valores, em média, ligeiramente abaixo dos 2,0. No entanto, a pontuação registada na secção da qualidade da informação (2,64) indica que a qualidade da informação fornecida pelo sistema poderá ser melhorada.

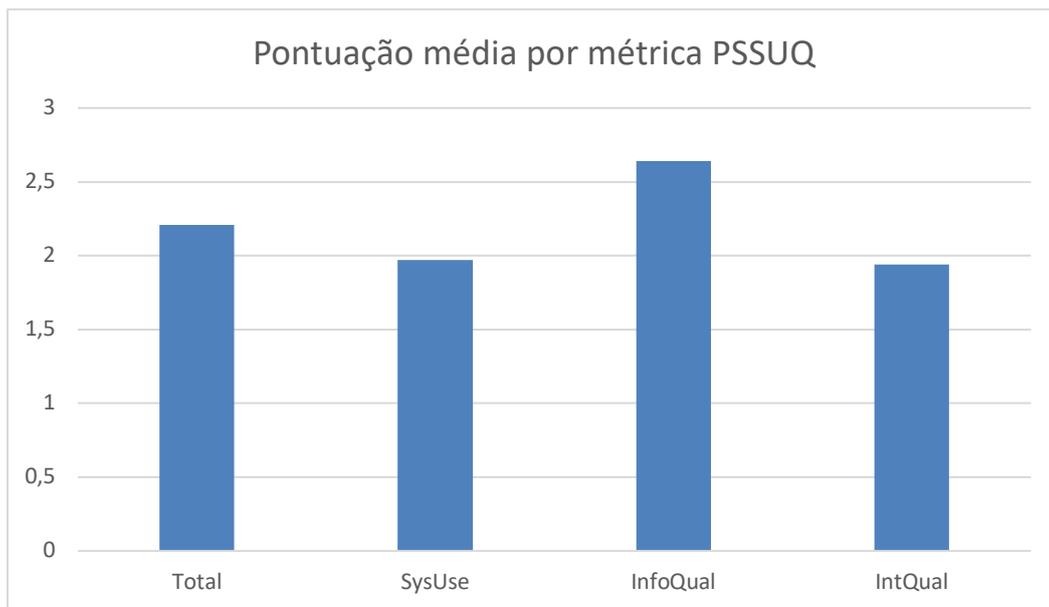


Figura 49 - Pontuação média por métrica do questionário PSSUQ

6.3. Fase 3 – Resultados e Acompanhamento

A plataforma TeenPower foi oficialmente lançada em outubro de 2018. O lançamento da primeira versão da Aplicação TeenPower coincidiu com o início do programa de intervenção nas escolas. Conforme referido anteriormente, a integração do serviço *Firebase Analytics* na aplicação móvel permitiu o acompanhamento da sua utilização, a monitorização de falhas, e auxiliou a compreensão dos erros experienciados pelos utilizadores. As informações provenientes deste serviço, em conjunto com o *feedback* obtido pelos membros da equipa TeenPower no terreno, levaram a novos desenvolvimentos focados na estabilidade da aplicação, que permitiram atenuar a ocorrência de erros durante a sua utilização (Figura 50).

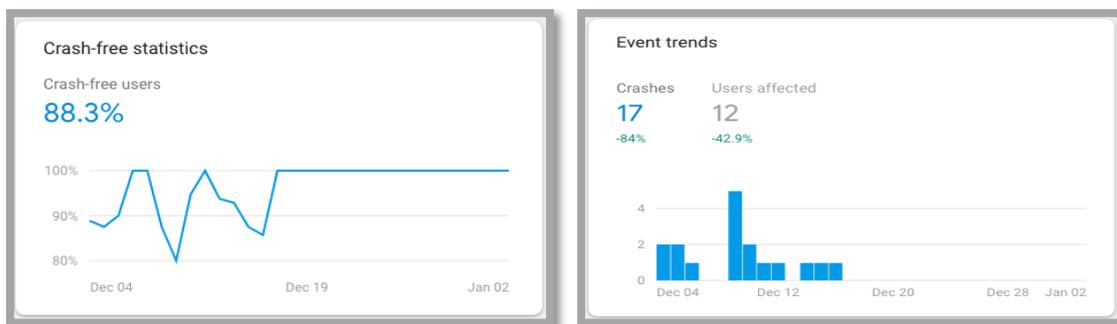


Figura 50 – Aplicação TeenPower – Ocorrências registadas pelo *Firebase Analytics* (período de 30 dias com início em 4 de Dezembro de 2018)

A Figura 51 apresenta as estatísticas de utilização para um período de 30 dias. Em média, 4 utilizadores usaram a aplicação diariamente, 19 usaram a aplicação semanalmente, e 90 usaram a aplicação pelo menos uma vez durante o período considerado.

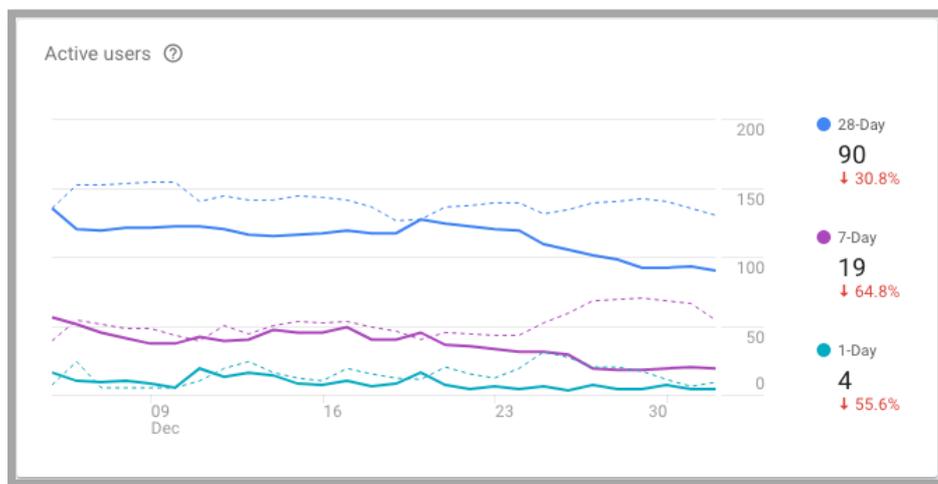


Figura 51 – Aplicação TeenPower - Estatísticas de utilização (período de 30 dias com início em 4 de Dezembro de 2018)

Analisando o envolvimento do utilizador através das estatísticas de utilização por ecrã (Figura 52), é possível verificar que os utilizadores passaram mais tempo nos ecrãs “Dados Biométricos” e “Sono e Descaço” (aproximadamente 25 segundos por sessão), que dizem respeito, respetivamente, à monitorização dos dados antropométricos e hábitos de descanso. Os ecrãs mais visitados foram o ecrã inicial (cozinha) e o ecrã “Mapa”, dois ecrãs fundamentais na navegação da aplicação.

Screen class	% total	Avg. time
HomeActivity	13.99% ↓ 25.2%	0m 07s ↓ 7.9%
MapActivity	12.38% ↑ 306.5%	0m 10s ↑ 241.6%
MealDefini...nActivity	8.35% ↑ 16.1%	0m 09s ↑ 29.7%
MealsAndH...Activity	7.65% ↓ 6.2%	0m 05s ↓ 0.5%
SleepDefin...nActivity	7.63% ↓ 7%	0m 25s ↑ 26.7%
LoginActivity	6.07% ↑ 6.3%	0m 24s ↑ 21%
GoogleFitActivity	5.81% ↑ 308.4%	0m 14s ↑ 71.2%
Biometrics...nActivity	5.56% ↑ 4.3%	0m 26s ↑ 29.8%

Figura 52 – Aplicação TeenPower – Estatísticas de utilização por ecrã (período de 30 dias com início em 4 de Dezembro de 2018)

Por último, ao analisar o gráfico de retenção de utilizadores e o respetivo coorte, a diminuição no número de utilizadores ativos ao longo do tempo é clara. Ao segundo dia do período considerado, a taxa de retenção diminuiu para 25%. Dos 37 utilizadores que utilizaram a aplicação pela primeira vez durante a semana de 11 de Novembro, apenas 5,4% (aproximadamente 2 utilizadores) ainda mantinham o envolvimento com a aplicação 6 semanas depois. Contudo, para as primeiras semanas em que decorreram sessões do programa de intervenção, a taxa de retenção média foi de 35%.

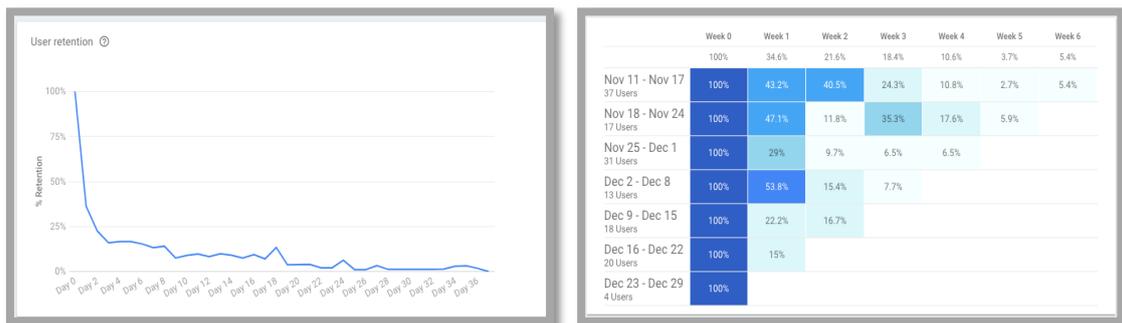


Figura 53 - Aplicação TeenPower – Retenção de utilizadores e respetivo coorte (período de 36 dias com início a 11 de Novembro de 2018)

7. Conclusão

A obesidade constitui um dos maiores desafios para a saúde pública no século XXI, atingindo proporções epidémicas. As suas implicações para a saúde, quer através do risco acrescido de desenvolvimento de doenças não comunicáveis, quer através das consequências psicológicas e sociais, levam a uma diminuição da qualidade de vida, com impacto direto na economia global.

A prevalência da obesidade em crianças e adolescentes com idades compreendidas entre os 5 e os 19 anos aumentou de 4% em 1975 para 18% em 2016. Em Portugal, apesar de existir uma tendência decrescente nos últimos anos, a prevalência da obesidade infantil é notória. Em 2019, cerca de 29% das crianças com idades compreendidas entre os 6 e os 9 a sofrerem de excesso de peso e 12% de obesidade. Uma vez que os hábitos adquiridos durante a infância são facilmente propagados para a vida adulta, e dado que a prevenção é tida como o método mais eficaz no combate à doença, é importante criar ambientes que estimulem a adoção consciencializada de estilos de vida saudáveis desde cedo.

O projeto TeenPower procura dar resposta à inexistência de estratégias integradas para a promoção de comportamentos saudáveis e prevenção da obesidade na adolescência, através da criação de um programa de intervenção baseado na e-terapia, e suportado por uma plataforma *mHealth*, que tira partido das tecnologias usadas pelos adolescentes no dia a dia para promover adoção de estilos de vida saudáveis.

Relativamente aos objetivos propostos para a plataforma *mHealth* TeenPower, podemos afirmar que os mesmos foram alcançados. As ferramentas de auto-monitorização desenvolvidas no âmbito do exercício físico permitem que os adolescentes registem facilmente o exercício físico praticado diariamente e a evolução dos seus dados antropométricos [OF1]. O *feedback* fornecido pelas ferramentas de auto-monitorização procura consciencializar os adolescentes para a importância de levar uma vida ativa e monitorizar os dados antropométricos regularmente [OF1]. As ferramentas disponibilizadas para a visualização dos dados introduzidos pelos adolescentes permitem aos profissionais de saúde avaliar e acompanhar a evolução da condição física dos adolescentes, e identificar comportamentos de risco [OF2]. O módulo de interação social, mais concretamente, o *chat* e o fórum de discussão, fornece um local adequado para o diálogo sobre vários assuntos relacionados com a saúde, encurtando a distância entre os profissionais de saúde, membros

da comunidade educativa, e os adolescentes [OF3]. Os conteúdos multimédia criados pela equipa multidisciplinar do projeto encontram-se disponibilizados em várias secções da aplicação, garantindo o acesso a conteúdos lúdicos que promovem bons hábitos diários [OF4]. A integração de conceitos de gamificação como a implementação de *layouts* semelhantes a um jogo, o lançamento de desafios diários, e a atribuição pontos pela utilização das funcionalidades da aplicação, motivou os adolescentes a usar a aplicação diariamente [OF5]. Por último, a arquitetura concebida permitiu alcançar os objetivos traçados para a plataforma, conciliando os requisitos não funcionais propostos, implementando mecanismos que impedem o extravio de dados de auto-monitorização, e ultrapassando as limitações do servidor selecionado para o provisionamento do *Backend* [OT1].

Embora as sessões de intervenção decorridas em várias escolas da região Centro de Portugal tenham estimulado a utilização da aplicação móvel, apenas 33,2% dos jovens abrangidos pelo programa de intervenção ativaram a sua conta. A taxa de retenção média para as primeiras semanas em que decorreram sessões de intervenção foi de 35%, tendo caído para 5,4% após seis semanas. Os adolescentes que utilizaram a aplicação consideraram-na fácil de usar, avaliaram a experiência como positiva, e sugeriram até que o programa de intervenção os conduziu à autorresponsabilização e monitorização da sua saúde. Por este motivo, e apesar de, no geral, o projeto ter apresentado resultados positivos, é necessário continuar a trabalhar para melhorar a adesão dos adolescentes a iniciativas apoiadas pelas tecnologias e que promovem a adoção de comportamentos saudáveis.

7.1. Trabalho Futuro

Relativamente ao trabalho futuro que pode ser desenvolvido no âmbito do projeto TeenPower, mais concretamente, no contexto da plataforma TeenPower, são várias as vertentes que ainda podem ser exploradas.

Uma das sugestões fornecidas pelos adolescentes para tornar a aplicação móvel mais apelativa foi a introdução de jogos e desafios interativos. Esta sugestão aponta para a necessidade de continuar a investir na integração de elementos de gamificação, potenciando a aprendizagem que através de conteúdos didáticos e divertidos, como por exemplo jogos interativos que testassem o conhecimento dos adolescentes.

Ainda dentro da gamificação, uma outra opção mais ambiciosa seria a utilização dos sensores integrados nos *smartphones* dos adolescentes para, por exemplo, dinamizar desafios baseados na localização, promovendo a realização de atividade física e a exploração do mundo que os rodeia, quebrando comportamentos sedentários.

Do ponto de vista dos membros coordenadores do projeto (profissionais de saúde, membros da comunidade educativa, e membros da equipa TeenPower), a disponibilização de ferramentas de visualização de dados para a medição da eficácia do programa de intervenção seria de extrema utilidade.

Por último, é de lamentar que alguns dos adolescentes abrangidos pelo programa de intervenção não puderam tirar partido das funcionalidades disponibilizadas pela aplicação por possuírem *iPhones*. Uma vez que iniciativas como o projeto TeenPower têm como objetivo promover comportamentos saudáveis junto do maior número de adolescentes possível, seria importante desenvolver uma versão da Aplicação TeenPower compatível com dispositivos iOS.

8. Bibliografia

- [1] WHO, “Obesity and Overweight,” 2018. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. [Accessed: 09-Jan-2019].
- [2] “Dia Mundial do Combate à Obesidade – SNS.” [Online]. Available: <https://www.sns.gov.pt/noticias/2019/10/10/dia-mundial-do-combate-a-obesidade-3/>. [Accessed: 12-Nov-2020].
- [3] “Obesity and overweight.” [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. [Accessed: 10-Nov-2020].
- [4] A. Rito, R. C. de Sousa, S. Mendes, and P. Graça, “Childhood Obesity Surveillance Initiative: COSI Portugal 2016,” pp. x, 1–84, Dec. 2017.
- [5] “Noncommunicable diseases: Childhood overweight and obesity.” [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/noncommunicable-diseases-childhood-overweight-and-obesity>. [Accessed: 12-Nov-2020].
- [6] A. M. Esperança *et al.*, *TeenPower - Tecnologia e Inovação na Promoção de Comportamentos Saudáveis em Adolescentes*, Grácio Edi. 2019.
- [7] “ENDING CHILDHOOD OBESITY IMPLEMENTATION PLAN: EXECUTIVE SUMMARY REPORT OF THE COMMISSION ON.”
- [8] E. Arps, “The Use of Internet and Mobile Phone Based Health Promotion Interventions in Youth Populations-Literature Review,” 2014.
- [9] “Teens, Social Media & Technology 2018 | Pew Research Center.” [Online]. Available: <http://www.pewinternet.org/2018/05/31/teens-social-media-technology-2018/>. [Accessed: 17-Dec-2018].
- [10] “Projeto / Project | TEENPOWER.” [Online]. Available: <https://teenpower.ipleiria.pt/projeto/>. [Accessed: 11-Nov-2020].
- [11] “Apps being developed to help prevent childhood obesity | Health Education England.” [Online]. Available: <https://www.hee.nhs.uk/news-blogs-events/news/apps-being-developed-help-prevent-childhood-obesity>. [Accessed: 02-

- Jun-2020].
- [12] “HealthApp | KickO.” [Online]. Available: <http://bcnhealthapp.com/kicko/>. [Accessed: 17-Jun-2020].
- [13] Kiwee Health, “KiweeFit by Kiwee Health.” .
- [14] “/fbk.eu/keytohealth.” [Online]. Available: <https://sites.google.com/fbk.eu/keytohealth/home>. [Accessed: 17-Jun-2020].
- [15] S. Gabrielli *et al.*, “Design of a Mobile App for Nutrition Education (TreC-LifeStyle) and Formative Evaluation With Families of Overweight Children.,” *JMIR mHealth uHealth*, vol. 5, no. 4, p. e48, Apr. 2017.
- [16] A. Rahman, Y. Jahan, and H. Fahad, “Impact of mHealth service: An understanding of TreCLifeStyle mobile app in Trentino province, Italy,” *Int. J. Healthc. Manag.*, pp. 1–8, Apr. 2019.
- [17] H. Haddadi, F. Ofli, Y. Mejova, I. Weber, and J. Srivastava, “360 Quantified Self,” *Proc. - 2015 IEEE Int. Conf. Healthc. Informatics, ICHI 2015*, pp. 587–592, Aug. 2015.
- [18] M. Aupetit, L. Fernandez-Luque, M. Singh, and J. Srivastava, “Visualization of Wearable Data and Biometrics for Analysis and Recommendations in Childhood Obesity,” in *Proceedings - IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems*, 2017, vol. 2017-June, pp. 678–679.
- [19] P. Sousa, R. Frontini, M. Carvalho, and R. Alves, “Teenpower: An interdisciplinary game-based mHealth system to empower adolescents towards obesity prevention,” 2018.
- [20] T. Reis, Catarina I.; Pernencar, Cláudia; Carvalho, Marta; Fragata, Nuno; Martinho, Ricardo; Alves, Rodrigo; Morais, “3.3. GAMIFICAÇÃO NA PLATAFORMA DE MHEALTH TEENPOWER,” in *Tecnologia & Inovação na promoção de comportamentos saudáveis em adolescentes.*, 2019, pp. 93–112.
- [21] M. De, S. Cruz, and A. Carvalho, “‘Gamificação’ numa Plataforma de mHealth para Prevenção da Obesidade na Adolescência Mestrado em Engenharia Informática-Computação Móvel,” Leiria, Oct. 2019.

- [22] “What is Scrum?” .
- [23] “Kanban - A brief introduction | Atlassian.” [Online]. Available: <https://www.atlassian.com/agile/kanban>. [Accessed: 02-Mar-2020].
- [24] C. I. Reis *et al.*, “TeenPower: development of an adolescent obesity prevention platform from a user-centered design approach (pre-print).”, *JMIR mHealth uHealth JMU*, 2019.
- [25] M. Carvalho, R. Alves, C. Reis, R. Martinho, P. Sousa, and P. Gaspar, “Teenpower: an integrated architecture for an mHealth platform designed for e-Empowering teenagers to prevent obesity : A showcase of the TeenPower platform,” in *2018 IEEE 20th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom)*, 2018, pp. 1–4.
- [26] S. Brown, “The C4 model for visualising software architecture.” [Online]. Available: <https://c4model.com/>. [Accessed: 03-Mar-2020].
- [27] “Laravel - The PHP Framework For Web Artisans.” [Online]. Available: <https://laravel.com/>. [Accessed: 04-Mar-2020].
- [28] “Vue.js.” [Online]. Available: <https://vuejs.org/>. [Accessed: 04-Mar-2020].
- [29] “Socket.IO.” [Online]. Available: <https://socket.io/>. [Accessed: 11-Apr-2020].
- [30] “GitHub - thedevdojo/chatter: Chatter is a Simple Laravel Forum Package.” [Online]. Available: <https://github.com/thedevdojo/chatter>. [Accessed: 14-Mar-2020].
- [31] “ vue-chartjs.” [Online]. Available: <https://vue-chartjs.org/>. [Accessed: 14-Mar-2020].
- [32] “OAuth 2.0 — OAuth.” [Online]. Available: <https://oauth.net/2/>. [Accessed: 27-Jul-2018].
- [33] “Android Architecture Components | Android Developers.” [Online]. Available: <https://developer.android.com/topic/libraries/architecture>. [Accessed: 22-Nov-2020].
- [34] “Android Jetpack | Android Developers.” [Online]. Available: <https://developer.android.com/jetpack>. [Accessed: 17-Mar-2020].

- [35] “Express - Node.js web application framework.” [Online]. Available: <https://expressjs.com/>. [Accessed: 23-Apr-2020].
- [36] “Nodemailer :: Nodemailer.” [Online]. Available: <https://nodemailer.com/about/>. [Accessed: 12-Apr-2020].
- [37] “Add the Firebase Admin SDK to Your Server.” [Online]. Available: <https://firebase.google.com/docs/admin/setup>. [Accessed: 13-Apr-2020].
- [38] “GitHub - PhilJay/MPAndroidChart: A powerful 🚀 Android chart view / graph view library, supporting line- bar- pie- radar- bubble- and candlestick charts as well as scaling, panning and animations.” [Online]. Available: <https://github.com/PhilJay/MPAndroidChart>. [Accessed: 23-Sep-2020].
- [39] C. Pernencar *et al.*, “Planning a health promotion program: Mobile app gamification as a tool to engage adolescents,” in *Procedia Computer Science*, 2018, vol. 138, pp. 113–118.
- [40] J. Nielsen, *Usability Engineering*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1993.
- [41] A. F. Rosa, A. I. Martins, V. Costa, A. Queirós, A. Silva, and N. P. Rocha, “Validação para Português Europeu do Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ),” in *2015 10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI 2015*, 2015.

9. Anexos

9.1. Anexo A

Tabela 5 - Zonas saudáveis para IMC e perímetro da cintura consoante idade e género

IDADE	ÍNDICE DE MASSA CORPORAL (kg/m ²)				PERÍMETRO DA CINTURA (cm)	
	Zona Saudável				Zona Saudável	
	RAPARIGAS		RAPAZES		RAPARIGAS	RAPAZES
	>	<	>	<	<	<
9	13,3	18,7	13,6	18,2	66,8	77,1
10	13,7	19,4	13,9	18,8	68,9	80,1
11	14,1	20,3	14,2	19,5	70,8	82,6
12	14,7	21,3	14,7	20,4	72,5	85,1
13	15,2	22,3	15,2	21,3	74,2	87
14	15,7	23,1	15,7	22,2	75,7	88,9
15	16	23,8	16,3	23,1	76,8	90,5
16	16,3	24,3	16,7	23,9	77,7	91,8
17	16,4	24,6	17,1	24,6	78,5	92,7
18+	18,5	25	18,5	25	79,2	93,4

9.2. Anexo B

Tabela 6 - Demografia dos voluntários que participaram nas sessões de validação da usabilidade.

Género		Idade			Área de Especialização				
F	M	Min	Max	Média	Enfermagem	Desporto	Bioestatística	Design	Psicologia
6	3	36	60	48	5	1	1	1	1

9.3. Anexo C

Tabela 7 – Sessão de Testes Usabilidade: Guião de Entrevista e Formulário de Recolha de Informação (1 de 3)

Name:		Area of Expertise:	
Gender:		Date of Birth:	
		Mobile Phone Model:	

Start time:		End time:	
-------------	--	-----------	--

<p>Task #1</p> <p><i>Record at least 2 of the meals that you made yesterday. Can you tell me what was the percentage of vegetables that you consumed in those meals?</i></p>	
<p>Duration</p> <p>How many seconds did the user took to complete?</p>	
<p>Expected Path</p> <p>Has followed the expected path?</p>	
<p>[Expected Path]</p> <p>Start - Big Avatar - Click in previous day arrow - Click in one meal (Breakfast or other) - Click in slices that I don't eat (do that 2 times, 1 for each meal) - Click Back - Click in Daily Balance - See the percentage of vegetables.</p>	
<p>Reaction</p> <p>What where the user's expressions and comments?</p>	
<p>Errors</p> <p>How many clicks in the wrong places?</p>	
<p>User is LOST</p> <p>What did the user expected the app would do?</p>	

Tabela 8 - Sessão de Testes Usabilidade: Guião de Entrevista e Formulário de Recolha de Informação (2 de 3)

Name:	
-------	--

Start time:		End time:	
-------------	--	-----------	--

<p>Task #2</p> <p><i>Record the sleep data from the last couple of nights. Can you tell me what is your weekly average sleep duration?</i></p>	
<p>Duration</p> <p>How many seconds did the user took to complete?</p>	
<p>Expected Path</p> <p>Has followed the expected path?</p>	
<p>[Expected Path]</p> <p>Swipe Left - Click in Bed - Click in previous day arrow - Register sleep hour - Register get up hour (do the same to the previous day) - Click Sleep Analysis - See the average sleep Duration</p>	
<p>Reaction</p> <p>What where the user's expressions and comments?</p>	
<p>Errors</p> <p>How many clicks in the wrong places?</p>	
<p>User is Lost</p> <p>What did the user expected the app would do?</p>	

Tabela 9 - Sessão de Testes Usabilidade: Guião de Entrevista e Formulário de Recolha de Informação (3 de 3)

Name:	
-------	--

Start time:		End time:	
-------------	--	-----------	--

<p>Task #3</p> <p><i>Suppose you're not happy with your current in-game character. Can you change it to better suit your personal style?</i></p>	
<p>Duration</p> <p>How many seconds did the user took to complete?</p>	
<p>Expected Path</p> <p>Has followed the expected path?</p>	
<p>[Expected Path]</p> <p>Click in Menu Button - Click in profile button - Go to avatar section - Choose an avatar - Click Save</p>	
<p>Reaction</p> <p>What where the user's expressions and comments?</p>	
<p>Errors</p> <p>How many clicks in the wrong places?</p>	
<p>User is Lost</p> <p>What did the user expected the app would do?</p>	

9.4. Anexo D

Tabela 10 - Sessão de Testes Usabilidade: Formulário preenchido autonomamente pelo utilizador após explorar a aplicação TeenPower

Name:		Area of Expertise:	
Gender:	Date of Birth:	Mobile Phone Model:	

How much time did you spend in the app until finding it easy going?	
Did you find the navigation flow simple and easy to use? If not, why?	
Did you find the exercise monitoring area? Steps and calories? If yes, where?	
Did you find the forum area? If yes, where?	
Observations and Comments	

9.5. Anexo E

Tabela 11 - Dispositivos dos voluntários da sessão de testes de usabilidade à Aplicação TeenPower

Huawei	Xiaomi (Mi Max 2; Mi Max 6)	Samsung (J5; J7; S8)	Alcatel (Idol 5)	Motorola (Moto G2)
1	2	4	1	1