



UNIVERSIDADE
LUSÓFONA

I-Equus

Trabalho Final de Curso

Relatório Intercalar 1º Semestre

Duarte Chen • a22203153

Professor Doutor Daniel Fernandes

Professor Doutor João Matos Carvalho

Trabalho Final de Curso | LEI | 03/12/2024

Direitos de cópia

I-Equus, Copyright de Duarte Nuno Silva Chen, Universidade Lusófona. A Escola de Comunicação, Arquitectura, Artes e Tecnologias da Informação (ECATI) e a Universidade Lusófona (UL) têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Este documento foi gerado com o processador (pdf/Xe/Lua) \LaTeX e o modelo ULThesis (v1.0.0) [Mat24].

Resumo

A evolução tecnológica está a transformar a saúde animal, incluindo a prática veterinária equina, onde a precisão na avaliação do BCS (*Body Condition Score*) e do BW (*Body Weight*) dos cavalos é essencial para o seu bem-estar e desempenho. Estudos como o de Urbanek e Zebeli (2023) destacam a importância de uma abordagem mais detalhada para estimar o BCS e o BW, incorporando novos indicadores de musculatura e gordura regional. Este trabalho propõe o desenvolvimento de uma aplicação móvel, baseada na framework Flutter, que utiliza algoritmos de processamento de imagem e de machine learning para prever o BCS e BW de cavalos a partir de fotografias. A aplicação permite obter estimativas a partir de medições visuais, automatizando e simplificando o processo de monitorização do animal a partir destas métricas.

O público-alvo desta aplicação são estudantes de Medicina Veterinária da Universidade Lusófona e o Hospital Veterinário de Equinos de Santo Estêvão, proporcionando-lhes uma ferramenta prática que complementa a aprendizagem clínica e fomenta a familiaridade com tecnologias emergentes. Em parceria com a Faculdade de Medicina Veterinária, a aplicação visa não só melhorar a avaliação de BCS e BW, mas também servir de base para futuras pesquisas e integrar-se ao mercado de cuidados de saúde equina, preenchendo lacunas práticas e tecnológicas na área.

Palavras-Chave: tecnologia, saúde animal, *Body Condition Score* (BCS), *Body Weight* (BW), processamento de imagem, *machine learning*, aplicação móvel, saúde equina, monitorização animal, avaliação corporal automatizada, Flutter.

Abstract

Technological developments are transforming animal health, including equine veterinary practice, where accurate assessment of the body condition score (BCS) and body weight (BW) of horses is essential for their welfare and performance. Studies such as that of Urbanek and Zebeli (2023) highlight the importance of a more detailed approach to estimating BCS and BW, incorporating new indicators of musculature and regional fat. This thesis proposes the development of a mobile application based on the Flutter framework, which uses image processing and machine learning algorithms to predict BCS and BW of horses from photographs. The app allows estimation based on visual measurements (neck and chest circumference, withers height and body circumference), thus automating and simplifying the monitoring process of this animals.

The app is targeted at veterinary students at the University of Lusófona and professionals of the Santo Estêvão Equine Veterinary Hospital, providing them with a practical tool that complements clinical learning and promotes familiarity with new technologies. In partnership with the Faculty of Veterinary Medicine, the app aims not only to improve the assessment of BCS and BW, but also to serve as a basis for future research and integration into the equine healthcare market, filling practical and technological gaps in the field.

Keywords: technology, animal health, Body Condition Score (BCS), Body Weight (BW), image processing, machine learning, mobile application, equine health, animal monitoring, automated body assessment.

Conteúdo

Resumo	1
Abstract	3
Conteúdo	4
Lista de Figuras	6
Lista de Tabelas	7
1 Introdução	8
1.1 Enquadramento	8
1.2 Motivação e identificação do Problema	8
1.3 Objetivos	9
1.4 Estrutura do Documento	9
2 Pertinência e Viabilidade	11
2.1 Pertinência e Relevância do Projeto	11
2.1.1 Impacto na Prática Veterinária	11
2.1.2 Apoio à Gestão de Saúde Equina	11
2.2 Viabilidade	11
2.2.1 Viabilidade Social	11
2.2.2 Viabilidade Tecnológica	12
2.2.3 Viabilidade de Continuidade	12
3 Benchmarking	13
3.1 Concorrência	13
3.1.1 Barkyn Assistant	13
3.1.2 Equine Weight Management	14
3.1.3 EquiTrace	14
3.1.4 Sleip	15
3.1.5 Horse Scanner	15
3.2 Proposta de inovação e mais-valias	16
3.3 Análise SWOT	17
4 Especificação e Modelação	18
4.1 Análise de Requisitos	18
4.1.1 Enumeração de Requisitos	18
4.1.2 Descrição detalhada dos requisitos principais	22
4.1.3 Use Cases	23
4.2 Modelação	23
4.3 Protótipos de Interface	27
5 Solução Proposta	29
5.1 Front-end	29
5.1.1 Flutter (Dart)	30
5.2 Back-end	30

5.2.1	Flask (Python)	30
5.2.2	Algoritmo de <i>Machine Learning</i>	30
5.2.3	MySQL (Base de Dados)	31
5.3	Arquitetura da Solução	31
6	Calendário	32
7	Conclusão	34
	Bibliografia	35
	Glossário	36

Listas de Figuras

3.1	Barkyn [Bar]	13
3.2	Equine Weight Management [Gla]	14
3.3	EquiTrace [Ltd]	14
3.4	Sleip [AB]	15
3.5	Horse Scanner [Gmb]	15
4.1	Diagrama de <i>Use Cases</i>	24
4.2	Diagrama entidade-relação na terceira forma normal	25
4.3	Protótipos dos ecrãs de <i>Login</i> e <i>Home</i>	27
4.4	Protótipos dos ecrãs da lista de cavalos	28
4.5	Protótipos dos ecrãs da lista de clientes	28
5.1	Arquitetura da Solução	29
6.1	Cronograma, de alto nível, das atividades do projeto	32

Lista de Tabelas

3.1	Comparação entre soluções para gestão de saúde equina	16
4.1	Requisitos Funcionais	21
4.2	Requisitos Não Funcionais	21
4.3	Requisitos Técnicos	22

1 - Introdução

"We can learn a lot from global health about how to make AI more equitable. The main lesson is that the product must be tailored to the people who will use it." - Bill Gates, 2024. [Gat]

O setor da saúde animal, tal como muitos outros setores, está em constante evolução, impulsionado por inovações tecnológicas que prometem transformar a forma como monitorizamos e tratamos os animais. A utilização de ferramentas digitais, que utilizam algoritmos de inteligência artificial, tem-se demonstrado ser cada vez mais eficaz na melhoria dos cuidados prestados em qualquer área da saúde. Para os veterinários, o uso destas soluções significa não só o acesso a dados com maior facilidade, mas também a possibilidade de os aprofundar, garantindo que as suas decisões são fundamentadas com as melhores informações possíveis. No setor equino, métricas como o *Body Condition Score* (BCS) e o *Body Weight* (BW) são críticas para medir a saúde geral do cavalo e a sua precisão é crucial. [UZ23]

1.1 Enquadramento

O estudo de Urbanek e Zebeli [UZ23] propõe uma metodologia para determinar o BCS que vai para além do sistema mais comumente utilizado, e desenvolvido por Don Henneke [HEN+83]. Enquanto este sistema se baseia em indicadores visuais e de palpação para recolher dados sobre a gordura em várias regiões do corpo do cavalo, o estudo de Urbanek e Zebeli considera um conjunto bastante mais abrangente de métricas, como a idade do cavalo, o comprimento do corpo, a circunferência do corpo, a altura ao garrote e a atrofia do pescoço. Estas métricas são mais precisas do que a palpação, embora exijam um grau de complexidade maior para serem realizadas.

Já no que se refere ao cálculo do BW, Don Henneke não estuda este indicador, enquanto que o estudo de Urbanek e Zebeli contempla a altura ao garrote, a circunferência do tórax, a circunferência da canela, o comprimento do corpo e a sua circunferência para o efeito. São também utilizados o BCS, o CNS (*Cresty Neck Score*) e a MASS (*Muscle Atrophy Scoring System*). [UZ23]

1.2 Motivação e identificação do Problema

O presente trabalho surge da constatação de que há uma lacuna entre a prática clínica e a utilização de soluções tecnológicas acessíveis que ofereçam maior precisão e agilidade na avaliação do BCS e do BW. O BW é fundamental, não apenas como indicador da saúde e do envelhecimento de um cavalo, mas também para avaliar as suas necessidades de específicas de nutrição e treino. A procura de uma abordagem mais eficiente e automatizada na avaliação da saúde animal é impulsionada por uma maior conscientização sobre o bem-estar animal. Proprietários e profissionais do setor equino procuram soluções que combinem precisão científica com facilidade de utilização, permitindo um acompanhamento contínuo e intervenções mais assertivas. Assim, o problema central a ser explorado é a complexidade e o tempo necessários para obter medições precisas de BCS e BW utilizando métodos manuais, que muitas vezes são limitados em termos de acessibilidade e repetibilidade. Tal representa um desafio, especialmente em situações

que exigem avaliações rápidas ou em regiões com acesso limitado a recursos veterinários especializados.

A metodologia proposta por Urbanek e Zebeli baseia-se na relação de diversas dimensões do cavalo, proporcionando uma previsão precisa do BCS, mas sobretudo do BW que revela um coeficiente de correlação de concordância de 0,97, exatidão a 0,99 e uma precisão de 0,97. A implementação tecnológica dos processos descritos neste estudo facilita a obtenção de resultados, otimizando o tempo e o esforço necessários para realizar todas as medições previstas no modelo do estudo. O estudo refere como limitação a subjetividade e a influência do viés do observador nos sistemas de pontuação para avaliar a atrofia muscular. Embora estes sistemas sejam úteis para indicar o grau de muscularidade e, consequentemente, BW e o BCS do animal, podem gerar variações nos resultados dependendo de quem realiza a avaliação. Tal compromete a consistência e a confiabilidade dos dados obtidos. Por isso, como sugestão de melhoria, o estudo aponta para a necessidade de métodos mais objetivos e quantitativos, como a análise por imagem, a histologia ou os marcadores moleculares, para reduzir as variações causadas por fatores humanos e produzir resultados mais fidedignos. [UZ23]

1.3 Objetivos

Para abordar esta questão, será desenvolvida uma aplicação móvel em *Flutter* que, a partir de uma fotografia de um cavalo, consiga fazer previsões precisas do BCS e BW, marcando pontos específicos no corpo do equino com recurso ao algoritmo de *machine learning*. Este algoritmo, fundamentado no estudo de Urbanek e Zebeli, foi desenvolvido pelos professores doutores Daniel Fernandes e João Pedro Carvalho, docentes da Universidade Lusófona. A aplicação calculará estes indicadores com base na relação entre as dimensões das linhas formadas pelos pontos assinalados na fotografia do cavalo. Deste modo, o objetivo é construir uma solução que melhore a prática clínica dos veterinários, facilitando o acompanhamento da saúde equina e tornando as avaliações do BCS e do BW mais acessíveis e automatizadas.

1.4 Estrutura do Documento

Este documento encontra-se estruturado pelas seguintes secções:

- Na Secção 1, é feita uma introdução à aplicação a desenvolver, enquadrando-a no estudo de Urbanek e Zebeli [UZ23] e definem-se os objetivos e a motivação subjacentes ao desenvolvimento deste TFC;
- Na Secção 2, avalia-se a pertinência e a viabilidade do desenvolvimento do I-Equus, considerando diferentes impactos, bem como a sua viabilidade nos âmbitos social, tecnológico e de continuidade futura;
- Na Secção 3, procede-se a uma análise da concorrência, com enfoque em aplicações relacionadas com a saúde animal, e realiza-se uma análise SWOT, para identificar os principais fatores internos e externos que poderão influenciar o impacto desta aplicação no mercado;
- Na Secção 4, são detalhadas as especificações e a modelação do projeto, incluindo a análise de requisitos funcionais, não funcionais e técnicos. Adicionalmente, são apresentados os casos de uso e a modelação do sistema através de um diagrama de entidade-relação na terceira forma normal. Esta secção também inclui os protótipos de interface, atualmente em fase de desenvolvimento;

- Na Secção 5, é descrita a solução proposta, com uma visão abrangente da arquitetura da aplicação, abordando o desenvolvimento do *back-end*, do *front-end* e a integração entre ambas as componentes;
- Na Secção 6, é apresentado o cronograma do projeto sob a forma de um diagrama de *Gantt*, que organiza temporalmente as tarefas a realizar e apoia o planeamento do trabalho;
- Na Secção 7, é apresentada a conclusão, onde se destacam as principais ideias e resultados alcançados no âmbito deste projeto até à primeira entrega intercalar;

2 - Pertinência e Viabilidade

Nesta secção, será analisada a relevância e a viabilidade do projeto I-Equus, demonstrando como este se destaca como uma solução inovadora para a monitorização da saúde equina. Primeiramente, será apresentada a pertinência do projeto, realçando o impacto positivo que a sua aplicação terá na prática veterinária e na gestão da saúde equina. Em seguida, serão explorados os critérios de viabilidade social, tecnológica e de continuidade, que sustentam o potencial do I-Equus para ultrapassar os limites de um projeto académico e consolidar-se como uma ferramenta prática, acessível e escalável no setor da saúde animal.

2.1 Pertinência e Relevância do Projeto

A pertinência do I-Equus é evidente, dado o seu potencial para resolver desafios identificados pelo Doutor José Prazeres, docente e diretor clínico do Hospital Veterinário de Equinos de Santo Estêvão, no setor da saúde equina e melhorar os cuidados prestados aos animais. A solução proposta permite monitorizar a saúde dos cavalos com exatidão, colmatando as lacunas existentes nos métodos tradicionais de medição do BW e avaliação do BCS através da palpação e a observação visual.

2.1.1 Impacto na Prática Veterinária

O I-Equus disponibilizará uma ferramenta que automatiza o cálculo de indicadores essenciais de saúde, como o BCS e o BW, utilizando imagens capturadas pelos próprios utilizadores da aplicação. A plataforma facilitará a tomada de decisões informadas sobre, por exemplo, a dieta, o treino e os cuidados médicos, proporcionando uma abordagem mais eficaz e eficiente para a gestão da saúde dos equídeos.

2.1.2 Apoio à Gestão de Saúde Equina

Além de calcular o BCS e o BW, a aplicação permitirá o armazenamento de um histórico completo da saúde dos cavalos, incluindo informações sobre consultas veterinárias, tratamentos e dados dos proprietários e cuidadores. Esta funcionalidade transforma o I-Equus numa plataforma de gestão integral da saúde equina, permitindo aos profissionais de saúde monitorizar de forma contínua a evolução do estado de saúde dos animais. A centralização destas informações proporciona uma visão global da saúde do cavalo, facilitando a personalização de planos de cuidados a longo prazo e contribuindo para a prevenção de doenças.

2.2 Viabilidade

A viabilidade deste TFC é sustentada por uma análise abrangente que contempla os aspectos social, tecnológico e de continuidade, assegurando o seu potencial de sucesso e expansão do projeto a longo prazo.

2.2.1 Viabilidade Social

O setor da saúde animal está a atravessar um crescimento significativo, especialmente no que concerne à gestão da saúde equina, devido à crescente procura por so-

luções digitais [UZ23]. O I-Equus insere-se neste panorama, proporcionando uma ferramenta que utiliza *machine learning* para calcular indicadores de saúde essenciais, como o BCS e o BW dos cavalos. A aplicação, compatível com os sistemas Android e iOS, facilita a sua adoção por veterinários, proprietários de cavalos e centros de treino, permitindo otimizar o acompanhamento da saúde animal de forma prática, eficiente, mas sobretudo abrangente. O I-Equus está diretamente ligado à Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Lusófona, onde está a ser acompanhado em termos dos requisitos e contributos teóricos veterinários. Desta forma, assegura-se que o Hospital Veterinário de Equinos de Santo Estêvão utilizará esta aplicação no futuro.

2.2.2 Viabilidade Tecnológica

A viabilidade tecnológica do I-Equus está garantida pela utilização de tecnologias consagradas e amplamente reconhecidas. A aplicação é desenvolvida em Flutter, uma *framework* que facilita a otimização da aplicação para dispositivos móveis. A aplicação de *machine learning* permite analisar as imagens dos cavalos e calcular o BCS e o BW. O sistema de *back-end* utiliza o Flask, uma *framework* flexível e eficiente que suporta o processamento em tempo real das imagens e dos dados recolhidos, garantindo que a informação é organizada e acessível. A utilização de uma base de dados MySQL para armazenar os dados facilmente de forma segura e escalável é também um fator crucial para a viabilidade tecnológica da plataforma, assegurando que o sistema possa crescer e ser adaptado a novas funcionalidades sem comprometer o desempenho.

2.2.3 Viabilidade de Continuidade

O projeto foi concebido de forma a assegurar a sua continuidade e evolução. A arquitetura modular e escalável, baseada no uso de tecnologias como Flutter e Flask, permite implementar futuras melhorias e atualizações sem dificuldades. A separação clara entre *front-end* e *back-end* facilita a implementação de novas funcionalidades, como a integração com dispositivos de monitorização de saúde em tempo real ou o registo de indicadores de saúde pelo veterinário, utilizando comandos de voz. A fase académica do projeto poderá ser seguida pelo desenvolvimento de uma versão comercial da aplicação, que pode ser mantida e melhorada continuamente, aproveitando os dados recolhidos e o *feedback* dos utilizadores da versão contemplada neste trabalho.

A viabilidade do projeto está sustentada pela combinação de tecnologias e um modelo de desenvolvimento que garante a continuidade do sistema a longo prazo. Para além disto, a pertinência e relevância do projeto são evidenciadas pela parceria com a Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Lusófona.

O I-Equus oferece uma ferramenta que automatiza e optimiza a monitorização da saúde dos cavalos, contribuindo para um cuidado mais preciso, com benefícios tanto agora para os profissionais da área como para, no futuro, os proprietários de cavalos. Com estas características, a aplicação tem um grande potencial para se expandir e adaptar às necessidades do mercado, tornando-se uma solução de destaque no que se refere à saúde equina.

3 - Benchmarking

O mercado da saúde e gestão de cavalos tem registado um crescimento constante nos últimos anos, impulsionado por diversas tendências, nomeadamente a maior consciencialização sobre o bem-estar animal, o avanço tecnológico, e a utilização de soluções digitais para otimizar os cuidados e o acompanhamento dos animais. As soluções existentes no mercado enfatizam a gestão de cavalos, a monitorização de dados clínicos e a utilização de imagens, em fotografia ou vídeo, para avaliar ou detetar pormenores no cavalo, relacionados com a sua saúde ou com a identificação de raças.

No âmbito do projeto I-Equus, foi realizado um *benchmark* das soluções já existentes no mercado com foco na saúde e monitorização de cavalos, bem como na identificação de traços de animais através de processamento de imagem. O objetivo deste estudo comparativo foi identificar diferentes funcionalidades e metodologias disponibilizadas por aplicações concorrentes e comprovar a elevada procura de soluções tecnológicas para a saúde equina. Para tal, avaliou-se em que medida cada uma destas soluções atende às necessidades do setor e como o I-Equus pode diferenciar-se. Esta análise permite compreender o potencial inovador do I-Equus e identificar as lacunas que esta aplicação poderá preencher com funcionalidades adicionais e uma abordagem mais integrada à saúde equina. Assim, foram analisadas as seguintes aplicações:

3.1 Concorrência

3.1.1 Barkyn Assistant

A Barkyn Assistant [Bar], representada na figura 3.1, apesar de ser uma aplicação focada na saúde de cães, permite avaliar a condição corporal, bucal, ocular e o pelo destes animais. As suas funcionalidades de processamento de imagem e a metodologia de cálculo da métrica de *Health Score* são relevantes para o I-Equus, na medida em que ambas recorrem à utilização de fotografias para atribuir algum tipo de indicador do estado de saúde de um animal. No entanto, a Barkyn Assistant não contempla as especificidades da saúde equina, limitando-se à monitorização da saúde em cães.

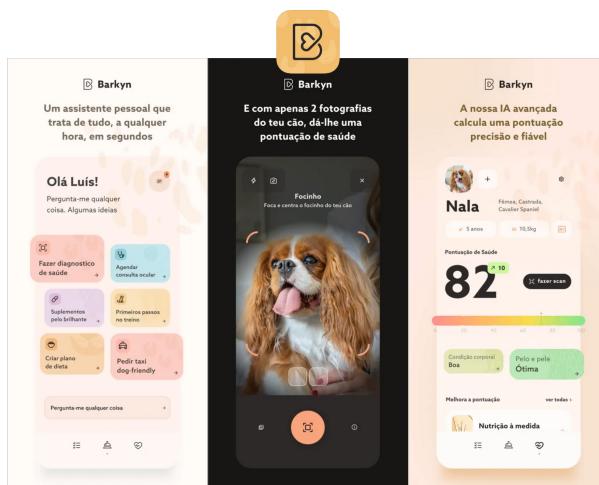


Figura 3.1: Barkyn [Bar]

3.1.2 Equine Weight Management

A aplicação Equine Weight Management [Gla], apresentada na figura 3.2, ajuda a monitorizar e a gerir o BCS de cavalos, utilizando o sistema introduzido por Don Henneke [HEN+83] que avalia diferentes partes do corpo do cavalo de 1 a 9 consoante a quantidade de gordura acumulada. Embora seja útil para monitorizar um dos parâmetros críticos da saúde equina, a aplicação não oferece um sistema de processamento de imagem para realizar o cálculo do BCS ou do BW, pelo que fica dependente da avaliação manual. Embora esta aplicação conte com características importantes, não permite ter uma visão holística da saúde do animal.

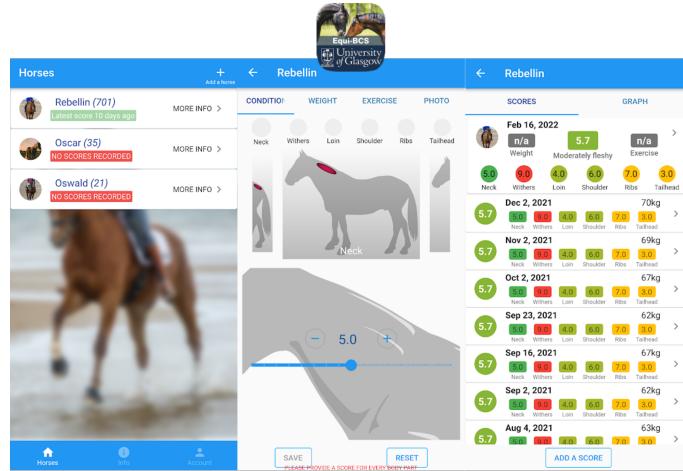


Figura 3.2: Equine Weight Management [Gla]

3.1.3 EquiTtrace

A aplicação EquiTtrace, [Ltd], ilustrada na figura 3.3, foca-se na gestão da saúde e identificação de cavalos, oferecendo funcionalidades úteis para criadores e veterinários. Liga-se a um microchip no cavalo, que regista a temperatura e a identidade do animal. Inicialmente, a aplicação limitava-se à ligação com o microchip, mas foi posteriormente alargada para incluir módulos de gestão de medicação e reprodução. No entanto, a solução não inclui um sistema de medição do BCS nem funcionalidades de processamento de imagem, limitando-se ao registo dos dados de saúde de cavalos.

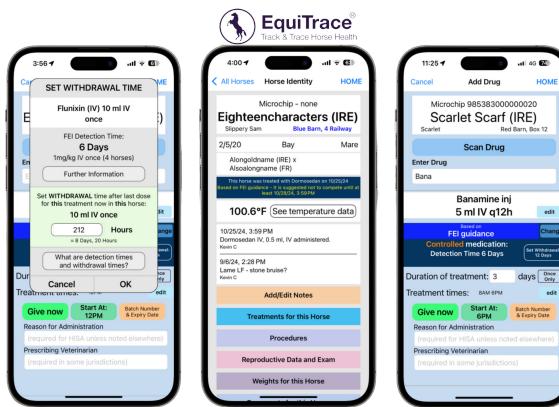


Figura 3.3: EquiTtrace [Ltd]

3.1.4 Sleip

A aplicação Sleip [AB], representada na figura 3.4, analisa o movimento dos cavalos através do processamento de vídeos dos equinos em andamento, identificando assimetrias na sua marcha. Embora se destaque por ser uma aplicação que utiliza inteligência artificial, a Sleip foca-se exclusivamente na análise do movimento do equino, não oferecendo um sistema de BCS, nem de BW, nem uma avaliação abrangente do estado de saúde do cavalo.

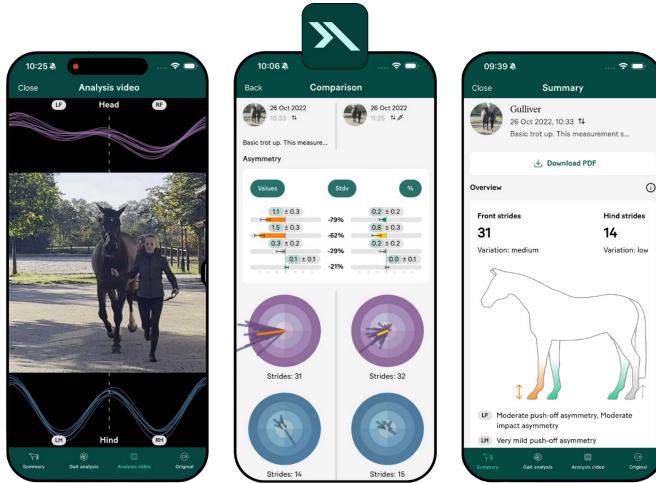


Figura 3.4: Sleip [AB]

3.1.5 Horse Scanner

A aplicação Horse Scanner [Gmb], apresentada na figura 3.5, é uma solução que permite identificar a raça dos cavalos através de uma fotografia, com foco limitado a aspectos genéticos e de identificação visual. A aplicação não contempla a monitorização de saúde nem inclui um sistema de *Health Score* ou outras métricas relevantes para a gestão da saúde dos cavalos. Embora se foque na identificação das raças dos equinos, poderá ser relevante para o I-Equus, na medida em que utiliza processamento de imagem, ainda que exclusivamente para identificação de raças.



Figura 3.5: Horse Scanner [Gmb]

Solução	Android	iOS	Saúde	Registros	Processamento Imagem	Equinos
Barkyn	x	x	x	x	x	
Equine Weight Management	x			x		x
EquiTrace	x	x		x		x
Sleip		x		x	x	x
Horse Scanner	x	x			x	x

Tabela 3.1: Comparação entre soluções para gestão de saúde equina

As soluções analisadas e esquematizadas na tabela 3.1, apresentam abordagens distintas no âmbito da gestão de saúde animal, com diferentes focos e limitações, refletindo tanto as potencialidades como as lacunas do mercado atual. Entre estas, destaca-se a Barkyn Assistant [Bar] , que, embora esteja orientada para cães, utiliza processamento de imagem para calcular indicadores de saúde, como um Health Score. Esta funcionalidade é relevante para o I-Equus, mas a falta de adaptação às necessidades específicas da saúde equina limita a sua aplicabilidade direta. A Equine Weight Management [Gla] oferece uma solução prática para monitorizar o peso dos cavalos com base no sistema de avaliação BCS. No entanto, a ausência de processamento de imagem limita a automação e a precisão, obrigando a depender de medições manuais, o que restringe a visão global da saúde do animal. Por outro lado, a EquiTrace [Ltd] amplia as possibilidades de gestão ao integrar dados de saúde e identificação a utilização de microchips. No entanto, tal como a Equine Weight Management, não incorpora funcionalidades de BCS ou processamento de imagem, limitando-se ao registo de dados. Já a Sleip [AB] concentra-se exclusivamente na análise do movimento equino, utilizando inteligência artificial para identificar assimetrias na marcha. Apesar de ser uma ferramenta inovadora para a análise locomotora, não contempla a avaliação geral da saúde, como o BCS ou o peso. Por fim, o Horse Scanner [Gmb], com a sua capacidade de identificar raças através do processamento de imagem, também demonstra um foco muito específico, sem abordar métricas de saúde.

3.2 Proposta de inovação e mais-valias

A aplicação I-Equus posiciona-se como uma solução inovadora e de grande relevância para o setor equino, proporcionando uma abordagem multidimensional que colmata as lacunas identificadas nas opções atualmente disponíveis. Com um modelo de *machine learning* para o cálculo do BCS e do BW através de fotografias, ferramentas de monitorização, funcionalidades de registo de saúde e gestão de cavalos, o I-Equus responde à crescente necessidade de recursos capazes de assegurar um acompanhamento completo e eficiente do bem-estar e da saúde dos equinos.

A inovação do I-Equus reside na sua capacidade de unificar diversos aspectos da monitorização da saúde equina numa plataforma única e especializada, ao contrário das soluções existentes, que se limitam a funcionalidades isoladas e pouco integradas. A aplicação diferencia-se pelas funcionalidades inéditas ou significativamente aprimoradas, não apenas satisfazendo as exigências dos proprietários, mas também oferecendo suporte especializado a profissionais veterinários no tratamento de cavalos. Deste modo, possibilita uma análise criteriosa e detalhada das condições físicas e de saúde dos animais, com foco na monitorização do BW e do BCS, bem como de outros indicadores fundamentais, consolidando-se como uma ferramenta indispensável para o cuidado e

gestão de equinos.

3.3 Análise SWOT

Adicionalmente, para melhor compreender impacto real do desenvolvimento desta aplicação no mercado, realizou-se uma análise SWOT do mesmo:

Forças

- Inovação tecnológica;
- Fácil utilização, sem necessidade de balança para determinar o peso do cavalo;
- Solução acessível e menos invasiva para o animal;
- Redução de custos relativos a análises clínicas e exames veterinários;
- Promove a independência do proprietário na monitorização contínua da saúde do animal;
- Contribuição para a construção de uma base de dados de saúde equina;
- Parceria com a Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Lusófona.
- Ferramenta de apoio clínico para veterinários.

Fraquezas

- Dependência da qualidade das fotografias;
- Dificuldade em obter dados precisos para estimar o BW e o BCS da condição corporal do cavalo a partir de fotografias;
- Mercado de nicho, o que limita o número potencial de utilizadores da aplicação;
- Resistência à mudança por parte de alguns proprietários e profissionais do setor.

Oportunidades

- Crescimento do mercado de aplicações voltadas para a saúde animal;
- Interesse crescente no cuidado, saúde e bem-estar dos animais;
- Potenciais parcerias com veterinários, clínicas veterinárias e centros de equitação.

Ameaças

- Forte concorrência no mercado de aplicações de saúde animal;
- Questões relacionadas com a regulamentação da informação utilizada e com a privacidade dos dados do utilizador e de saúde dos animais;
- Dependência de algoritmos de *machine learning* para a análise, o que pode comprometer a precisão em alguns casos;
- Adoção lenta da tecnologia, especialmente entre utilizadores que não estão familiarizados com inovações digitais.

4 - Especificação e Modelação

4.1 Análise de Requisitos

Para o projeto I-Equus, foi elaborado um conjunto de requisitos funcionais, não funcionais e técnicos, presentes nas tabelas 4.1, 4.2 e 4.3, com o objetivo de atender às necessidades dos seus utilizadores, nomeadamente médicos veterinários, permitindo que estes cumpram os seus objetivos de forma eficiente.

4.1.1 Enumeração de Requisitos

Para avaliar a importância de cada requisito, foi usada a escala com os seguintes significados:

- nice to have: significa que o requisito é desejável, mas não essencial;
- should have: significa que o requisito é essencial;
- must have: significa que o requisito é imprescindível.

Para classificar o esforço necessário para o desenvolvimento de cada requisito, foi utilizada uma escala com base no número estimado de dias de trabalho e codificada como "pequeno"(S), "médio"(M) e "grande"(L):

- S: para 1 a 2 dias de trabalho;
- M: para 3 a 5 dias de trabalho;
- L: para 6 ou mais dias de trabalho.

Requisitos Funcionais

ID	Requisito	Escala 'Have'	Esforço
F1	Como médico veterinário, quero que depois de fotografar um cavalo possa verificar que a fotografia tem boa qualidade antes de a enviar para processamento.	must have	L
F1U1	Como médico veterinário, quero inserir fotografias da galeria para utilizar no processamento.	must have	S
F1U2	Como médico veterinário, quero que depois de tirar a fotografia decidir se pretendo mantê-la ou substituí-la.	must have	S

F1U3	Como médico veterinário, quero uma <i>frame</i> por cima da imagem da câmara com os contornos de um cavalo que me facilite a posicionar o <i>frame</i> da fotografia em relação ao cavalo.	nice to have	S
F1U4	Como médico veterinário, quero um tutorial para me orientar no início do processo de tirar uma fotografia.	should have	S
F1U5	Como médico veterinário, quero um botão que permita ligar o flash do meu dispositivo móvel para tirar uma fotografia em condições de baixa luminosidade.	must have	S
F1U6	Como médico veterinário, quero um botão que me permita sair do ecrã da câmara e regressar ao ecrã anterior.	must have	S
F2	Como médico veterinário, quero ver o resultado do processamento, o BW e o BCS previstos, e a fotografia com os pontos marcados pelo algoritmo.	must have	L
F2U1	Como médico veterinário, quero poder escrever o BW e o BCS reais de modo a alimentar o dataset do algoritmo de <i>machine learning</i> e manter um histórico do cavalo corretamente atualizado.	must have	M
F2U2	Como médico veterinário, quero rever a fotografia utilizada com os pontos marcados de modo a validá-los.	must have	S
F2U3	Como médico veterinário, quero saber quando é que os resultados estão prontos e quando é que estão em processamento.	must have	S
F2U4	Como médico veterinário, quero um histórico de resultados anteriores, para comparar o progresso e avaliar mudanças no estado de saúde do cavalo ao longo do tempo.	must have	L
F2U5	Como médico veterinário, quero poder fazer zoom e navegar na imagem processada, para visualizá-la e verificar a precisão dos pontos marcados.	should have	S
F3	Como médico veterinário, quero editar a posição dos pontos marcados na fotografia pelo algoritmo de <i>machine learning</i> e reenviar para processamento.	must have	L

F3U2	Como médico veterinário, quero ver um tutorial de como devem ser marcados na fotografia os pontos necessários, antes de os ter de marcar.	nice to have	L
F3U3	Como médico veterinário, quero poder fazer zoom e navegar pela a imagem enquanto marco os pontos, para garantir a maior precisão.	must have	M
F3U4	Como médico veterinário, quero que os pontos em cima da fotografia estejam com cores diferentes para cada objetivo metodológico, para arrastá-los pela imagem e marcar os locais fundamentais ao processamento da imagem do cavalo.	must have	S
F3U5	Como médico veterinário, quero poder desfazer ou refazer as movimentações recentes dos pontos na imagem, para corrigir rapidamente qualquer erro.	should have	M
F3U6	Como médico veterinário, quero que os pontos sejam transparentes e facilitem a precisão, de modo a obter a melhor colocação dos pontos.	nice to have	S
F3U7	Como médico veterinário, quero que a aplicação exiba uma legenda sobre a imagem enquanto marco os pontos, para saber em que zona do cavalo cada ponto deve estar.	must have	S
F4	Como médico veterinário, quero um ecrã com as informações do cavalo.	must have	L
F4U1	Como médico veterinário, quero ver num ecrã as seguintes informações do cavalo: quem é o proprietário, quem é o cuidador (se existir), a idade, uma fotografia de perfil, as fotografias das castanhas nos membros do cavalo, os últimos 3 PDF de hemogramas e a lista de todas as consultas.	must have	L
F4U2	Como médico veterinário, quero editar todas as informações disponíveis no cavalo, incluindo quem é o proprietário e o cuidador do cavalo.	must have	M
F4U3	Como médico veterinário, quero abrir o perfil do proprietário do cavalo e do seu cuidador e ver os seus contactos e todos os cavalos a eles associados.	should have	M
F5	Como médico veterinário, quero ver todas as informações clínicas de uma consulta num cavalo.	must have	L

F5U1	Como médico veterinário, quero ver o PDF do hemograma sem sair da aplicação.	nice to have	L
F5U2	Como médico veterinário, quero ver os valor dos batimentos por minuto do coração, o tempo entre ondas de um eletrocardiograma (ECG), os valores afetos à tensão muscular (a frequência em hertz, a rigidez em newton por metro e o tempo de relaxamento em milissegundos) e o nível de claudicação de cada membro.	must have	L
F6	Como médico veterinário, quero ter acesso à aplicação através de uma conta pessoal e intrasmissível	must have	L
F6U1	Como médico veterinário, quero poder aceder à aplicação móvel através do <i>login</i> , inserindo os meus dados pessoais, endereço de email e password.	must have	M

Tabela 4.1: Requisitos Funcionais

Requisitos Não Funcionais

ID	Requisito	Escala 'Have'
NF1	O médico veterinário, deverá ter credenciais válidas, para conseguir entrar na sua conta pessoal.	must have
NF2	A aplicação deverá estar disponível para telemóveis Android e iOS.	must have
NF3	A aplicação deverá funcionar em qualquer modelo de telemóvel.	must have
NF4	A aplicação deve respeitar a legislação em vigor, assim como as normativas da Comissão Nacional de Proteção de Dados (RGPD).	must have
NF5	No preenchimento de dados online a aplicação deve exigir aos utilizadores a aceitação da política de privacidade.	must have
NF6	A aplicação deverá ter implementada uma cifra de encriptação nas passwords dos utilizadores da mesma.	must have

Tabela 4.2: Requisitos Não Funcionais

Requisitos Técnicos

ID	Requisito	Escala 'Have'
T1	A aplicação necessita de uma conexão à internet estável para poder ser acedida.	must have
T2	A aplicação deverá conseguir aceder e recolher dados da base de dados.	must have
T3	A aplicação deverá estar sempre atualizada.	must have

Tabela 4.3: Requisitos Técnicos

4.1.2 Descrição detalhada dos requisitos principais

Requisito F1

Como utilizador, quero que depois de fotografar um cavalo possa verificar que a fotografia tem boa qualidade antes de a enviar para processamento.

Após capturar a imagem de um cavalo, o utilizador deverá ter acesso imediato a uma pré-visualização da fotografia, antes de esta ser submetida, podendo escolher se pretende tirar outra fotografia. Desta forma, será possível garantir que a imagem submetida é adequada para ser analisada pelo algoritmo de *machine learning*.

Requisito F2

Como médico veterinário, quero ver o resultado do processamento, o BW e o BCS previstos e a fotografia com os pontos marcados pelo algoritmo.

O médico veterinário deve conseguir visualizar os dados processados pelo sistema e a fotografia deve apresentar claramente as marcações dos pontos identificados pelo algoritmo de *machine learning*. A interface também deverá contemplar os dados de forma clara e organizada, para facilitar a interpretação dos mesmos e validar visualmente os resultados.

Requisito F3

Como médico veterinário, quero editar a posição dos pontos marcados na fotografia pelo algoritmo de *machine learning* e reenviar para processamento.

O médico veterinário deve conseguir interagir com a fotografia processada, podendo ajustar os pontos identificados nas fotografias selecionando-os e arrastando-os. Neste sentido, a interface deve ser intuitiva, com ferramentas simples de edição, para reposicionar os pontos na imagem. Adicionalmente, após ajustes, o médico veterinário deve poder reenviar os dados alterados para processamento, para que o sistema recalcule os valores de BW e BCS.

Requisito F4

Como médico veterinário, quero um ecrã com as informações do cavalo.

Para a gestão de informações relacionadas com os cavalos e os seus cuidadores, é necessário disponibilizar um ecrã onde o veterinário possa consultar informações completas sobre cada cavalo. Esse ecrã inclui dados como o nome do proprietário, o cuidador (se houver), a idade do cavalo, uma fotografia de perfil, imagens específicas das castanhas nos membros, os três últimos hemogramas em formato PDF e um histórico completo de todas as consultas realizadas.

A plataforma permitirá ao veterinário editar todas as informações associadas ao cavalo. Esta funcionalidade abrange desde a atualização de dados básicos até à alteração de informações sobre o proprietário ou cuidador, garantindo que os registo permanecem sempre precisos e atualizados.

Por fim, neste ecrã é necessário possibilitar o acesso a um ecrã de perfis do proprietário e do cuidador do cavalo. Este ecrã exibe todos os cavalos associados a cada pessoa, bem como os respetivos contactos, permitindo uma visão abrangente da relação entre os responsáveis e os seus animais. Estas funcionalidades foram concebidas para otimizar o trabalho clínico e proporcionar um acompanhamento completo e integrado da saúde dos cavalos.

Requisito F5

Como médico veterinário, quero ver todas as informações clínicas de uma consulta num cavalo.

Uma das principais funcionalidades é permitir que o médico veterinário visualize todas as informações clínicas detalhadas de uma consulta relacionada com um cavalo. Esta funcionalidade inclui os dados essenciais recolhidos durante as consultas, oferecendo uma visão geral completa do estado de saúde do animal. Adicionalmente, é possível aceder diretamente ao PDF do hemograma sem ter de sair da aplicação. Embora esta funcionalidade seja considerada um complemento, proporciona uma maior praticabilidade ao médico veterinário, ao evitar interrupções no fluxo de trabalho. Sobre os parâmetros clínicos do cavalo incluímos a frequência cardíaca, o tempo entre ondas de um eletrocardiograma (ECG), as métricas relacionadas com a tensão muscular, como a frequência em hertz, a rigidez em newton por metro e o tempo de relaxamento em milissegundos. Adicionalmente, apresenta o nível de claudicação de cada membro, fornecendo informações para o diagnóstico e o acompanhamento clínico.

De notar que estes requisitos foram cuidadosamente selecionados para atender às necessidades práticas dos veterinários do Hospital Veterinário de Equinos de Santo Estêvão.

4.1.3 Use Cases

Com a utilização de um diagrama de *Use Cases* podemos definir as relações entre os atores e a aplicação em questão. Assim sendo foi desenvolvido um diagrama, na figura 4.1, que mostra todas as interações que os médicos veterinários terão com o sistema em questão.

4.2 Modelação

Tabela Clients

Esta tabela armazena as informações sobre os clientes como os seus identificadores, *name*, *email* e *phoneNumber*. A coluna *isHorseOwner* serve para identificar se o cliente que leva o cavalo a uma consulta veterinária é o proprietário ou o cuidador do animal.

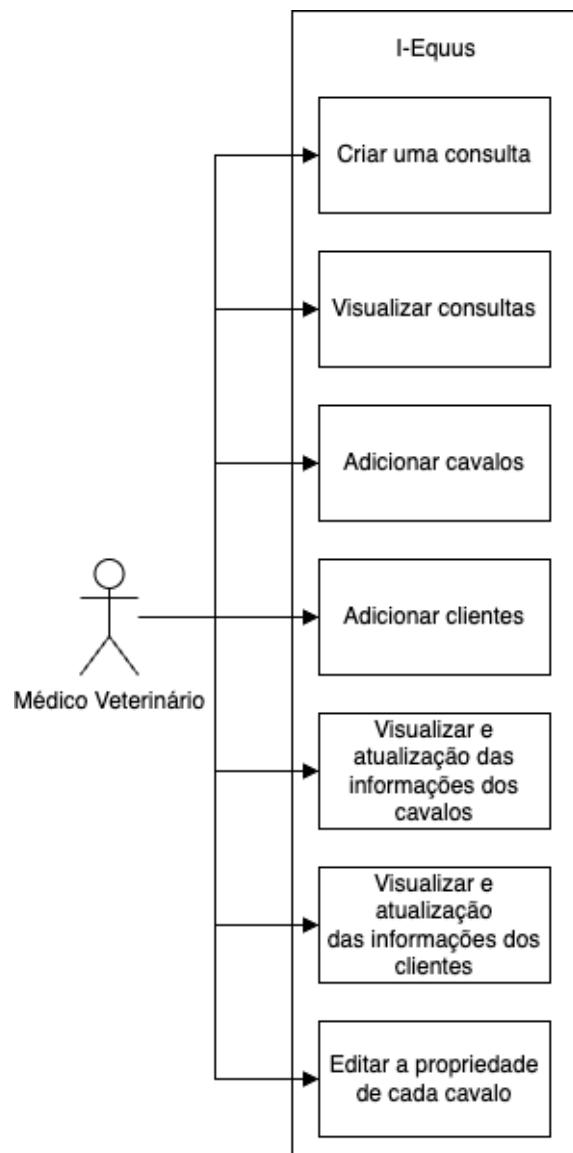


Figura 4.1: Diagrama de *Use Cases*

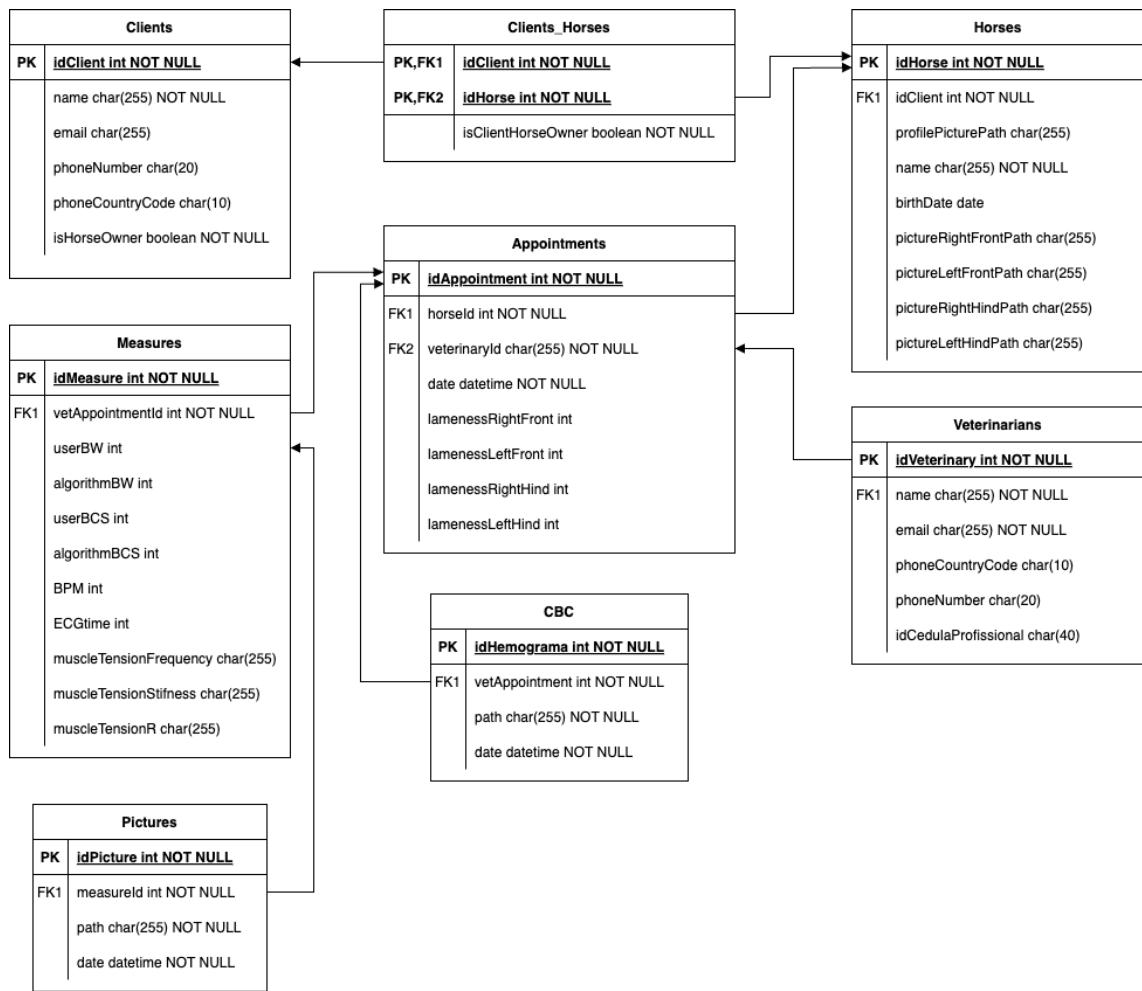


Figura 4.2: Diagrama entidade-relação na terceira forma normal

Tabela Horses

Contém as informações que permitem identificar os cavalos, o *name*, *profilePicture* e a *birthDate*. Para estudos futuros, incluímos também as fotografias necessárias para a identificação dos cavalos através da castanha nos membros. [San+24]

Tabela Clients_Horses

Esta tabela estabelece a associação entre as tabelas *Clients* e *Horses*. É necessária para associar um cavalo ao seu proprietário e ao seu cuidador, bem como para associar os proprietários e cuidadores aos seus animais. A coluna *isClientHorseOwner* permite diferenciar um proprietário de um cuidador.

Tabela CBC

A tabela CBC (*Complete Blood Count*) regista o caminho para os ficheiros PDF de cada hemograma e a data em que as análises foram realizadas. Está associada à tabela *Appointments*, a fim de contextualizar os resultados das consultas em que as amostras foram recolhidas.

Tabela Appointments

A tabela de Consultas contém informações detalhadas sobre cada consulta realizada, incluindo a data, a hora e uma avaliação, numa escala de 0 a 5, do membro que claudica (*lamenessRightFront*, *lamenessLeftFront*, *lamenessRightHind* e *lamenessLeftHind*). A informação de cada consulta é completada com as tabelas *Measures* e *CBC*, e está diretamente relacionada com as tabelas *Veterinarians* e *Horses*, que identificam, respetivamente, o médico responsável pela consulta e o animal atendido.

Tabela Veterinarians

A tabela de Veterinários armazena informações essenciais sobre os profissionais, nomeadamente o nome, os contactos e o número da cédula profissional. Está associada à tabela *Appointments*, permitindo identificar o veterinário designado para cada consulta.

Tabela Pictures

A tabela de fotografias contém as informações sobre as fotografias capturadas dos cavalos para utilização do algoritmo de *machine learning*, incluindo o caminho do ficheiro e a data em que a imagem foi tirada ou guardada pela aplicação. Está associada à tabela *Appointments* para identificar a que consulta cada fotografia pertence e à tabela *Measures* para a associar a uma previsão do algoritmo.

Tabela Measures

A tabela *Measures* regista as medidas relativas à saúde dos cavalos. Contém o BCS e o BW previstos pelo algoritmo de *machine learning* (*algorithmBCS*, *algorithmBW*) e os introduzidos pelo utilizador (*userBCS*, *userBW*), uma chave estrangeira para a fotografia do algoritmo, o valor dos batimentos por minuto (*BPM*), o tempo entre ondas no eletrocardiograma em milissegundos (*ECGtime*) e os indicadores de tensão muscular em três medidas: a frequência em hertz (*muscleTensionFrequency*), a rigidez em newton por metro (*muscleTensionStiffness*) e o tempo de relaxamento em milissegundos (*muscleTensionR*).

Esta tabela está associada à tabela *Appointments*, mas separada desta, de modo a permitir o registo de várias medições em cada consulta, mantendo assim um histórico completo.

4.3 Protótipos de Interface

Nesta secção, apresentamos protótipos esperados para o projeto, nas figuras 4.3, 4.4 e 4.5, elaborados na aplicação Canva. A escolha do Canva deveu-se em grande parte à sua versatilidade e facilidade de utilização, oferecendo uma interface acessível e intuitiva que permite desenvolver protótipos de forma rápida e com uma curva de aprendizagem bastante reduzida.

Os protótipos apresentados não estão finalizados, tendo sido incluídos apenas aqueles que já foram desenvolvidos até ao momento. Ficam ainda por realizar os protótipos correspondentes aos ecrãs de consulta, dos detalhes de cada cavalo e de cada cliente, das definições, do perfil do médico veterinário, do ecrã para tirar fotografias e do ecrã para editar os pontos nelas. Salienta-se, contudo, que estes protótipos estão sujeitos a alterações, uma vez que foram criados com o objetivo de orientar o desenvolvimento do projeto durante a fase de *brainstorming*.

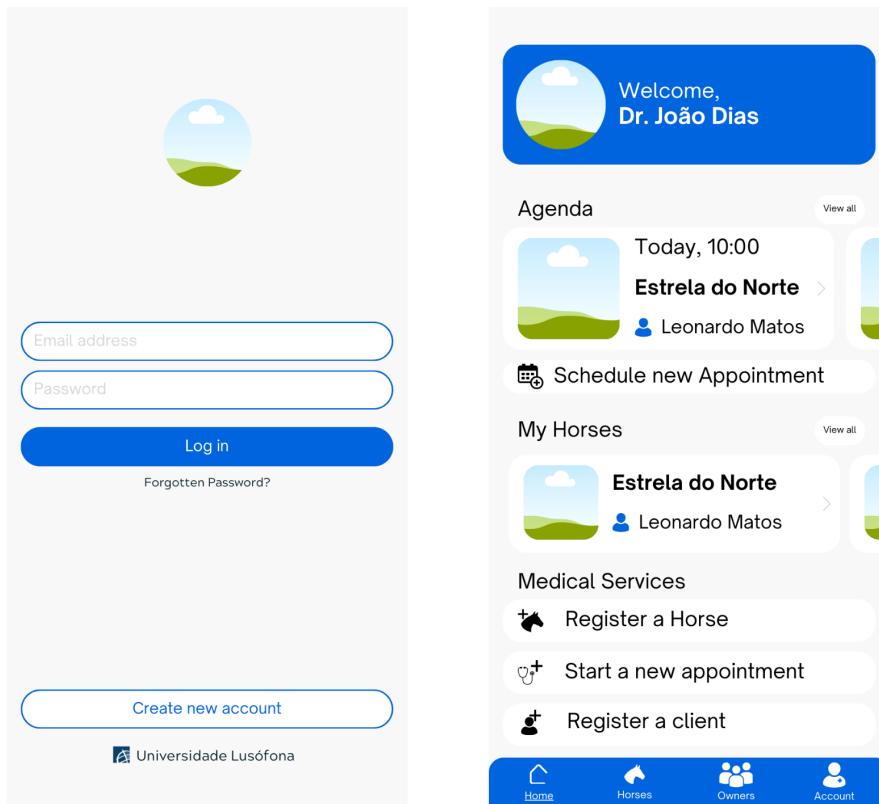


Figura 4.3: Protótipos dos ecrãs de *Login* e *Home*

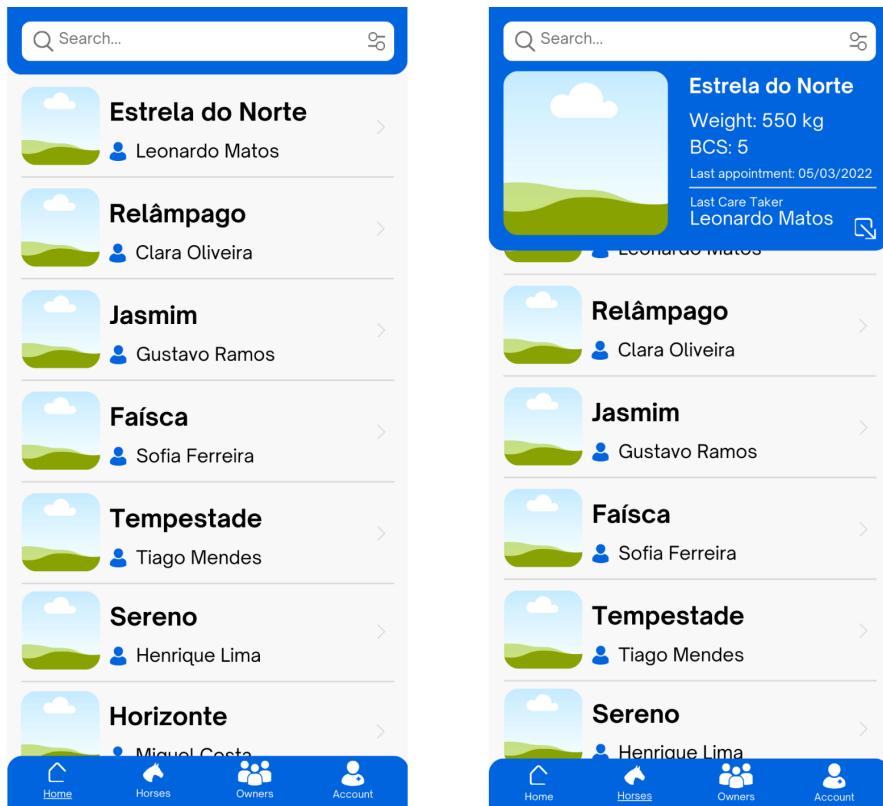


Figura 4.4: Protótipos dos ecrãs da lista de cavalos

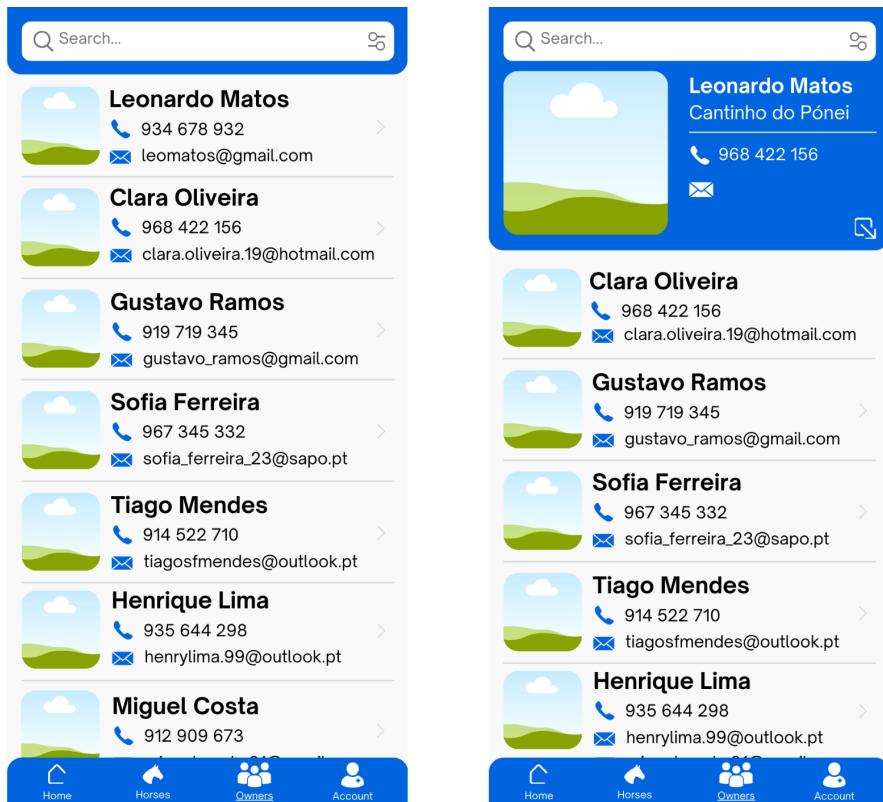


Figura 4.5: Protótipos dos ecrãs da lista de clientes

5 - Solução Proposta

A solução proposta para o I-Equus envolve o desenvolvimento de uma aplicação projetada para dispositivos móveis (*smartphones*, Android e iOS). Esta aplicação terá como principal objetivo permitir que, a partir de uma fotografia de um cavalo, capturada no momento ou previamente armazenada, seja possível obter como *output* uma previsão do BW e um cálculo do BCS.

Para este efeito, será necessário que a aplicação transmita tanto a fotografia como a lista de pontos marcados para um servidor central. Neste servidor, estarão armazenados os dados e estará também alojado o algoritmo de *machine learning*. Este algoritmo será responsável pelo processamento das imagens e dos pontos recebidos, gerando como resultado os valores estimados do BW e do BCS.

Como objetivo secundário, pretende-se que a aplicação tenha a capacidade de armazenar um histórico detalhado das informações de saúde de cada cavalo, incluindo dados sobre os seus proprietários e os respetivos cuidadores. Adicionalmente, a aplicação permitirá que os veterinários registem as consultas realizadas, podendo consolidar-se como uma ferramenta abrangente para o acompanhamento da saúde equina.

Para a concretização dos objetivos propostos, será adotada a arquitetura apresentada na Figura 5.1, cuja explicação é detalhada a seguir.

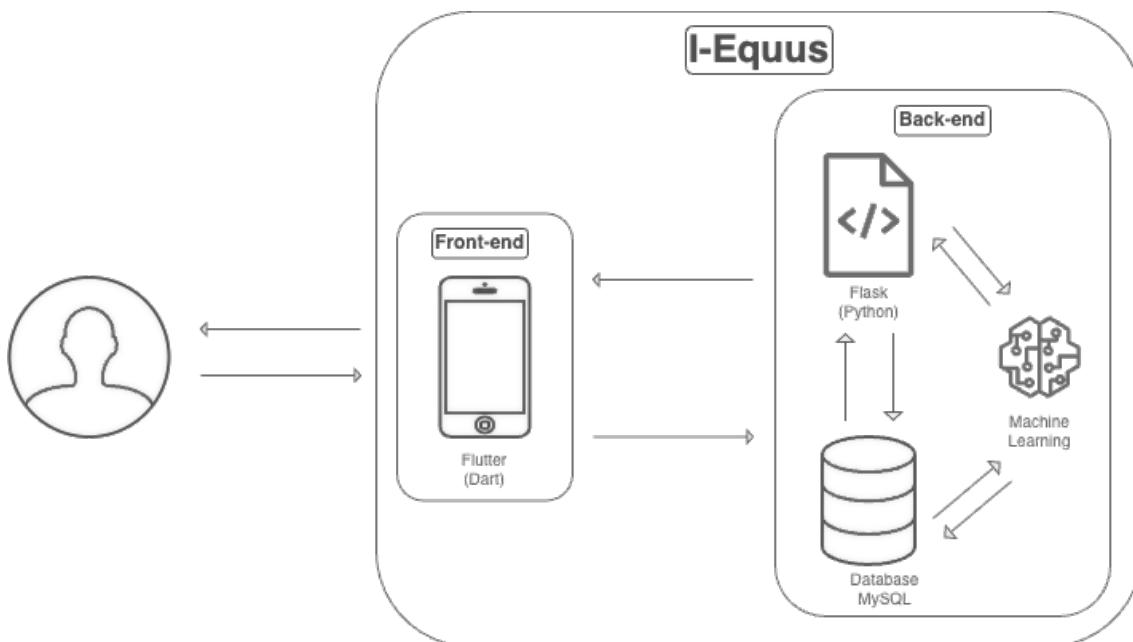


Figura 5.1: Arquitetura da Solução

5.1 Front-end

O *front-end* é a camada da aplicação responsável pela interface de interação entre o utilizador e o próprio sistema. É através do *front-end* que o utilizador consegue aceder às funcionalidades da aplicação, tornando-se, por conseguinte, o ponto de contacto entre o

utilizador e a tecnologia em si. Neste sentido, é importante que seja intuitivo e de fácil navegação, proporcionando uma experiência de utilização eficaz e agradável.

No contexto em concreto do I-Equus, o *front-end* será projetado para atender às necessidades dos veterinários e de outros profissionais de saúde animal. A interface permitirá que estes utilizadores façam upload de fotografias dos cavalos para análise do algoritmo e acompanhem os resultados obtidos, como o BCS e o BW. Os veterinários também poderão introduzir mais dados de saúde dos cavalos de modo a manter um histórico mais global dos equídeos, bem como dos seus proprietários e cuidadores. A prioridade é criar uma interface clara e prática, com foco na facilidade de utilização, permitindo que os profissionais se concentrem na interpretação destes dados, sem complicações na navegação.

5.1.1 Flutter (Dart)

A tecnologia escolhida para o desenvolvimento do *front-end* é o Flutter, uma *framework* que utiliza a linguagem Dart. O Flutter é reconhecido pela sua capacidade de criar aplicações de elevada *perfomance* para múltiplas plataformas, como iOS, Android, Web, Windows e macOs, a partir de um único código-fonte. O Flutter integra-se facilmente com API, facilitando a comunicação com o *back-end*, e é eficiente no desenvolvimento de aplicações com elevado desempenho.

De este modo, o desenvolvimento do *front-end* em Flutter terá como objetivo proporcionar uma experiência de utilizador eficiente, desde o envio das imagens dos equinos até à visualização dos resultados. Espera-se que a interface permita o envio rápido de fotografias para a análise e a apresentação dos resultados de forma clara.

5.2 Back-end

O *back-end* da aplicação é a camada do sistema responsável pelo processamento e pela gestão dos dados, bem como pela implementação da lógica de negócio. Esta parte do sistema gera todas as operações que ocorrem nos "bastidores" da aplicação, nomeadamente a interação com a base de dados e com o algoritmo de *machine learning*. O desempenho do *back-end* permite que o *front-end* tenha acesso às informações e funcionalidades essenciais, realizando um trabalho de processamento e armazenamento necessários para que a aplicação funcione de forma eficiente e precisa.

No caso do I-Equus, o *back-end* será responsável pela receção e pelo processamento das imagens submetidas pelos utilizadores. Este processamento envolverá a marcação das coordenadas nas fotografias dos cavalos, a determinação do BCS e do BW e do envio dos resultados para o *front-end*.

5.2.1 Flask (Python)

O Flask é uma *framework* em Python, em que as suas principais vantagens são a simplicidade e a flexibilidade, que permitem a criação de aplicações rápidas e eficientes. No caso do I-Equus, o Flask atua como intermediário entre o *front-end* e os componentes internos do sistema, que recebe os pedidos do utilizador, processa-os e comunica-os à base de dados e ao modelo de *machine learning*.

5.2.2 Algoritmo de Machine Learning

O algoritmo de *machine learning* que será utilizado para o I-Equus fundamenta-se no estudo que serve de base a este projeto, de Urbanek e Zebeli. Concretamente, o algoritmo foi treinado para calcular de forma precisa o BCS e o BW dos equinos a partir

das imagens fornecidas e é capaz de realizar previsões sobre o estado de saúde dos animais. À medida que o sistema é alimentado com novos dados, o modelo é continuamente ajustado e aperfeiçoado, aumentando a sua precisão ao longo do tempo. Este processo de melhoria contínua é fundamental para garantir que os resultados oferecidos são cada vez mais fiáveis e permanecem úteis para os utilizadores.

É importante salientar que esta componente não se insere no âmbito deste trabalho, sendo fornecida e integrada de forma adequada através de uma API disponibilizada pelos orientadores do TFC.

5.2.3 MySQL (Base de Dados)

A base de dados MYSQL é o sistema de gestão de bases de dados relacional que irá armazenar as informações inerentes à aplicação I-Equus. Esta ferramenta permite organizar e gerir eficientemente grandes volumes de dados, garantindo a integridade e a acessibilidade da informação.

A base de dados será responsável pelo armazenamento das imagens enviadas pelos utilizadores, bem como dos dados dos cavalos e dos resultados das análises realizadas no âmbito das funcionalidades da aplicação. Para além disto, a base de dados permitirá o registo e o acompanhamento do histórico das interações, facilitando a análise global dos dados e o fornecimento de informações de fácil acesso aos utilizadores.

A base de dados representada na figura 4.2 é um sistema de gestão de informações relacionadas com cavalos, incluindo proprietários, consultas veterinárias, métricas específicas de saúde de equinos e outros dados associados.

O objetivo global do *back-end* do I-Equus é garantir que o processamento, o armazenamento e a análise dos dados sejam realizados de forma integrada, precisa e segura. O Flask será responsável pela comunicação entre o *front-end*, enquanto o MySQL garantirá que os dados estão organizados e acessíveis aos utilizadores. À medida que o sistema evolui, o algoritmo de *machine learning* fornecerá métricas de saúde cada vez mais precisas. Com estas tecnologias, espera-se que o *back-end* seja capaz de oferecer resultados em tempo real, otimizando a interação dos utilizadores com a aplicação e fornecendo dados fundamentais para o acompanhamento e melhoria da saúde dos cavalos.

5.3 Arquitetura da Solução

A arquitetura da solução I-Equus foi delineada para viabilizar uma comunicação eficiente entre o *front-end* e o *back-end* do sistema, utilizando uma API que possibilita a troca de dados e a execução de operações em tempo real. Ao separar claramente as camadas de apresentação e de processamento, este modelo de arquitetura não só contribui para uma gestão mais eficaz do sistema, como também garante a sua escalabilidade, facilitando a implementação de melhorias futuras. A separação entre as duas partes permite a adaptação do sistema a novos requisitos sem comprometer o seu desempenho e flexibilidade.

Em suma, a arquitetura proposta para o I-Equus proporciona uma estrutura robusta e flexível, que não só assegura a eficiência no processamento e transmissão de dados entre as diversas camadas do sistema, como também oferece a escalabilidade necessária para futuras adaptações e melhorias. A separação entre as camadas de apresentação e processamento permite a adaptação e evolução contínua do sistema, assegurando que a solução permanece eficaz ao longo do tempo.

6 - Calendário

Para suporte ao desenvolvimento do TFC e organizar as tarefas inerentes, foi elaborado um Cronograma de Gantt na figura 6.1, que define o desenho temporal do projeto. Este diagrama proporciona uma visão de alto nível do progresso das atividades e serve como uma ferramenta de apoio à gestão, facilitando o cumprimento dos prazos estabelecidos para as entregas e o planeamento estruturado das diferentes tarefas. O cronograma está dividido em três fases principais, cada uma correspondente a uma das entregas planeadas e com suas respectivas datas de entrega. Estas fases refletem os diferentes *outputs* esperados e funcionam como marcos para avaliar o progresso do projeto em momentos específicos.

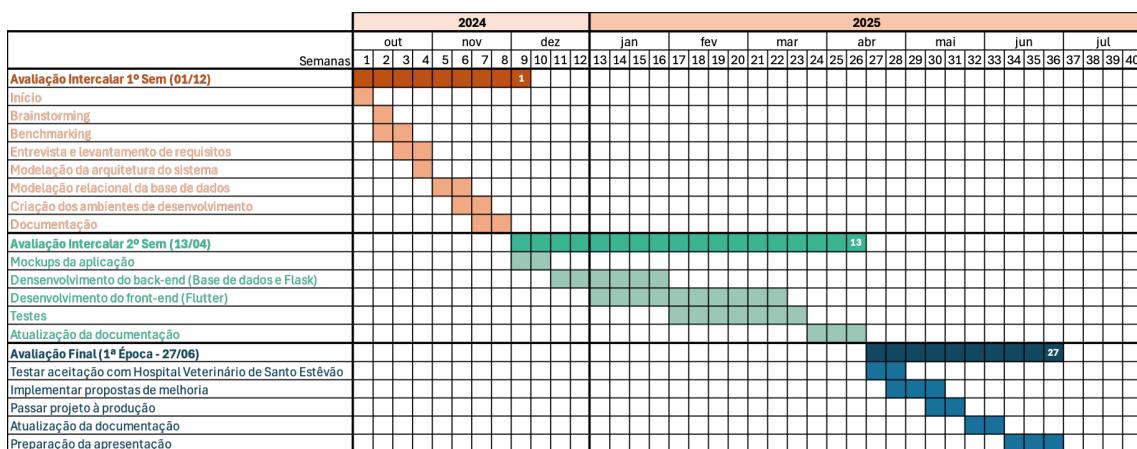


Figura 6.1: Cronograma, de alto nível, das atividades do projeto

Atualmente, os entregáveis previstos para a fase inicial já foram concluídos, e já se iniciou o trabalho relativo aos entregáveis da fase subsequente. A sequência de desenvolvimento de tarefas, tal como definida no planeamento, considera as dependências entre atividades. Por exemplo, a modelação da arquitetura do sistema dependeu da realização da entrevista e do levantamento de requisitos. De forma semelhante, o desenvolvimento do *front-end* está condicionado pela conclusão dos protótipos, enquanto que os testes só podem ser realizados após o desenvolvimento completo do *back-end* e do *front-end*.

Com o objetivo de otimizar a integração das componentes do sistema, foi decidido priorizar o início do desenvolvimento do *back-end* antes do *front-end*. Esta abordagem permite assegurar que a comunicação e o servidor da aplicação está basicamente implementado antes de se avançar para a interface com o utilizador.

Para além disto, a implementação de propostas de melhoria será realizada após a conclusão dos testes, uma vez que estas melhorias estarão diretamente relacionadas com os resultados obtidos durante a validação do sistema. Por fim, o lançamento da aplicação para o ambiente de produção ocorrerá apenas após a validação completa de todos os testes, garantindo o funcionamento correto e estável da solução.

Este planeamento procura estabelecer um fluxo de trabalho claro e eficiente, de modo a mitigar riscos e otimizar os recursos disponíveis, sendo este um trabalho individual. O foco em dependências entre tarefas e validações progressivas contribui para assegurar que os objetivos definidos no início do projeto serão efetivamente alcançados ao longo

de todas as fases de desenvolvimento.

7 - Conclusão

Até à data, o desenvolvimento do projeto I-Equus tem vindo a progredir significativamente em múltiplas áreas.

Primeiramente, o *benchmarking* permitiu identificar diversas aplicações relacionadas com a saúde animal já existentes no mercado, evidenciando a inexistência de soluções que integrem as funcionalidades específicas que estão a ser propostas neste projeto. A análise realizada foi, portanto, fundamental para compreender as lacunas e determinar os elementos a incorporar na aplicação para que se consiga garantir a sua diferenciação no mercado.

Adicionalmente, a entrevista conduzida com o Doutor José Prazeres, médico veterinário docente, foi essencial para identificar e validar os requisitos funcionais. Esta fase proporcionou uma oportunidade para compreender as necessidades e desafios enfrentados no contexto prático do tratamento da saúde equina, garantindo que há uma adequação da solução proposta às necessidades existentes, alinhada com as expectativas e exigências do setor.

Noutro plano, foi concluída a modelação da arquitetura do sistema, detalhando o funcionamento integrado das suas componentes e, foi também desenvolvida a modelação relacional da base de dados. Esta última, responsável por estruturar as entidades e as relações fundamentais para a gestão e armazenamento da informação.

Paralelamente, iniciou-se o desenvolvimento da aplicação em Flutter, incluindo a configuração dos ambientes de trabalho e, prosseguiu-se com a criação de protótipos para o desenvolvimento e validação das interfaces do utilizador. Durante o processo, foram enfrentados desafios, nomeadamente ao nível das necessidades de aprendizagem da framework Flutter. A aprendizagem desta tecnologia acontece ao mesmo tempo que a mesma está a ser aplicada, obrigando a uma aceleração na aquisição de conhecimentos sobre a mesma.

Os próximos passos preveem a conclusão dos protótipos em desenvolvimento, bem como o início do desenvolvimento do *back-end* (utilizando o Flask) e, posteriormente, a implementação do *front-end* da aplicação. O TFC culminará na integração das diferentes componentes e na realização dos testes funcionais, por forma a garantir o alinhamento entre os requisitos técnicos e as expectativas dos utilizadores finais.

Para concluir, o I-Equus tem evoluído de forma estruturada e prevista, consolidando a sua proposta enquanto solução tecnológica aplicável à saúde equina. As etapas subsequentes estão delineadas e os resultados alcançados até ao momento indicam o potencial de sucesso deste projeto.

Bibliografia

- [Mat24] João P. Matos-Carvalho. *The Lusófona L^AT_EX Template User's Manual*. Lusófona University. 2024. URL: <https://github.com/jpmcarvalho/UL-Thesis>.
- [Gat] Bill Gates. *The road ahead reaches a turning point in 2024*. URL: <https://www.gatesnotes.com/The-Year-Ahead-2024> (acedido em 10/2024).
- [UZ23] Nadine Urbanek e Qendrim Zebeli. "Morphometric Measurements and Muscle Atrophy Scoring as a Tool to Predict Body Weight and Condition of Horses". Em: *Veterinary Sciences* 10.8 (2023). ISSN: 2306-7381. DOI: 10.3390/vetsci10080515. URL: <https://www.mdpi.com/2306-7381/10/8/515>.
- [HEN+83] D. R. HENNEKE et al. "Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares". Em: *Equine Veterinary Journal* 15.4 (1983), pp. 371–372. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1983.tb01826.x>. eprint: <https://beva.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.2042-3306.1983.tb01826.x>. URL: <https://beva.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.2042-3306.1983.tb01826.x>.
- [Bar] Lda. Barkyn. *Barkyn Assistant*. URL: <https://apps.apple.com/pt/app/barkyn-assistant/id6479705122?l=en-GB> (acedido em 11/2024).
- [Gla] University of Glasgow. *Equine Weight Management*. URL: <https://equibcs.en.aptoide.com/app> (acedido em 11/2024).
- [Ltd] EquiTrace Ltd. *EquiTrace*. URL: <https://equitrace.app/> (acedido em 11/2024).
- [AB] Sleip AI AB. *EquiTrace*. URL: <https://sleip.com/> (acedido em 11/2024).
- [Gmb] Siwalu Software GmbH. *Horse Scanner*. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.siwalusoftware.horsescanner> (acedido em 11/2024).
- [San+24] Rafael Dos Santos et al. "Horses Identification Through Deep Learning Algorithms". Em: *2024 8th International Young Engineers Forum on Electrical and Computer Engineering (YEF-ECE)*. 2024, pp. 14–19. DOI: 10.1109/YEF-ECE62614.2024.10624972.

Glossário

API Application Programming Interface. 30, 31

BCS Body Condition Score - Pontuação da condição corporal. 8

BW Body Weight - Peso Corporal. 8

CBC *Complete Blood Count.* 26

CNS *Cresty Neck Score.* 8

MASS *Muscle Atrophy Scoring System.* 8

PDF *Portable Document Format.* 20, 21, 23, 26

SWOT *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats.* 9

TFC Trabalho Final de Curso. 11, 31, 32, 34