

O impacto das tecnologias e da inteligência artificial na saúde

OsteoNote: Desenvolvimento de uma Aplicação Digital de Apoio à Prática Clínica em Osteopatia

André Mendes Bizarro

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Informática

Orientador: Professora Doutora Andreia Teles Vieira

Júri

Presidente: Professor Doutor Paulo Duarte Branco

Orientador: Professora Doutora Andreia Teles Vieira

Arguente: Professora Doutora Gisela Machado Canelhas

Julho 2026

ISTEC Lisboa

Instituto Superior de Tecnologias Avançadas de Lisboa

Campus Académico do Lumiar, Lisboa

Dissertação

Mestrado em Informática

Por André Bizarro

Dissertação de Mestrado apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em Informática, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Andreia Teles Vieira.

Lisboa, 2025

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer a mim mesmo, por todas as vezes que acreditei ser possível mesmo quando tudo parecia indicar o contrário. Pelas noites passadas em busca de informação e conhecimento e, especialmente, por nunca desistir e acreditar num futuro melhor para a saúde.

Expresso a minha profunda gratidão à minha orientadora, Professora Doutora Andreia Teles Vieira, pelo acompanhamento e ajuda ao longo deste processo, por me ter guiado desde o início e demonstrado que todas as ideias podem, de facto, ser possíveis. Agradeço, em particular, pela forma como acolheu as minhas dúvidas e contribuiu a construir todo este trabalho.

Agradeço ao professor doutor Paulo Duarte, por me ter acompanhado desde o 1º ano do mestrado e ter-me incentivado sempre a elaborar mais os temas e formas de pensar.

Quero igualmente agradecer à minha família e amigos, pelo interesse demonstrado no meu estudo e pelo incentivo constante a continuar. Um especial obrigado ao Doutor João Espírito Santo, por se ter voluntariado a participar neste estudo, enquanto osteopata clínico, bem como a todos os participantes que contribuíram para a avaliação da aplicação.

Um especial obrigado à minha amiga Beatriz Rodrigues, pela ajuda detalhada na ortografia e conteúdo geral da tese.

Sem mim não seria possível criar, sem vocês não seria possível realizar.

Obrigado.

RESUMO

A área da saúde tem vindo a evoluir significativamente ao longo dos anos, impulsionada tanto pela inovação científica quanto tecnológica. Com a pandemia de COVID-19, esse processo foi fortemente acelerado, permitindo uma transformação digital mais desenvolvida e extensa. Contudo, esta evolução não se tem verificado de forma homogênea entre as diversas áreas da saúde, sendo a osteopatia um bom exemplo dessa discrepância.

A presente dissertação tem como objetivo o desenvolvimento de uma aplicação móvel, designada *OsteoNote*, que visa orientar e apoiar a tomada de decisão do osteopata através de uma plataforma digital integrada e centralizada no utilizador. A aplicação adota várias ferramentas úteis para a prática clínica diária de um osteopata e, adicionalmente, incorpora um módulo de apoio denominado *OsteoChat*, baseado em inteligência artificial.

A metodologia adotada incluiu um estudo de mercado das soluções digitais existentes, bem como a realização de uma entrevista semiestruturada a um osteopata, em prática clínica independente. Esta estratégia permitiu identificar lacunas funcionais, assim como limitações recorrentes nas aplicações atualmente utilizadas. De forma a garantir uma possível expansividade, foram entrevistados dez profissionais de saúde de diferentes áreas, de modo a compreender a evolução da aplicação. Com base nos dados recolhidos, procedeu-se ao desenvolvimento da aplicação *OsteoNote*, seguindo princípios de usabilidade e design centrado no utilizador.

Os resultados foram obtidos através de uma avaliação qualitativa, dos quais revelou-se uma perceção geral positiva relativamente à usabilidade, ao design e ao alinhamento funcional da aplicação com o fluxo real de trabalho de um osteopata. O *feedback* recolhido confirmou a necessidade de soluções digitais mais atualizadas neste domínio, e evidenciou o potencial da aplicação enquanto ferramenta de apoio à prática osteopática.

Deste modo concluiu-se que a aplicação *OsteoNote* constitui uma solução digital relevante e promissora para a modernização da prática osteopática, contribuindo para uma maior eficiência e apoio à tomada de decisão clínica.

Palavras-chave: Osteopatia; Saúde Digital; Aplicações Móveis; Inteligência Artificial; Gestão Clínica.

ABSTRACT

The healthcare field has evolved significantly over the years, driven by both scientific and technological innovation. With the COVID-19 pandemic, this process was greatly accelerated, allowing for a more developed and extensive digital transformation. However, this evolution has not been homogeneous across the various areas of healthcare, with osteopathy being a good example of this discrepancy.

This dissertation aims to develop a mobile application, called *OsteoNote*, which aims to guide and support the osteopath's decision-making through an integrated and user-centric digital platform. The application adopts several useful tools for the daily clinical practice of an osteopath and, additionally, incorporates a support module called *OsteoChat*, based on artificial intelligence.

The methodology adopted included a market study of existing digital solutions, as well as conducting a semi-structured interview with an osteopath in independent clinical practice. This strategy allowed us to identify functional gaps, as well as recurring limitations in the applications currently used. In order to ensure potential scalability, ten healthcare professionals from different areas were interviewed to understand the evolution of the application. Based on the data collected, the *OsteoNote* application was developed, following principles of usability and user-centered design.

The results were obtained through a qualitative assessment, which revealed a generally positive perception regarding the usability, design, and functional alignment of the application with the actual workflow of an osteopath. The *feedback* collected confirmed the need for more up-to-date digital solutions in this field and highlighted the potential of the application as a tool to support osteopathic practice.

Thus, it was concluded that the *OsteoNote* application constitutes a relevant and promising digital solution for the modernization of osteopathic practice, contributing to greater efficiency and support for clinical decision-making.

Keywords: Osteopathy; Digital Health; Mobile Applications; Artificial Intelligence; Clinical Management.

GLOSSÁRIO

3D – Tridimensional

API – Application Programming Interface

EHR – Electronic Health Record (Registo Eletrónico de Saúde)

FHIR - Fast Healthcare Interoperability Resources

H1, H2, H3 – Hipóteses de investigação

HL7 - Health Level Seven International

IA – Inteligência Artificial

IOS – iPhone Operating System

IoT – Internet of Things (Internet das Coisas)

JSON – JavaScript Object Notation

LMMs – Large Multimodal Models (Grandes Modelos Multimodais)

mHealth – mobile Health (saúde móvel)

ML – *MACHINE LEARNING* (Aprendizagem Automática)

NIST – NIST Cybersecurity Framework

NLP – Natural Language Processing (Processamento de Linguagem Natural)

OAuth2 - Open Authorization

PROMs – Patient-Reported Outcome Measures (Medidas de Resultados Reportados pelo Paciente/Doente)

RBAC - Role-Based Access Control

RGPD – Regulamento Geral de Proteção de Dados

RQ1, RQ2, RQ3 – Research Question (Questões de Investigação)

SDK – Software Development Kit

SUS – System Usability Scale

UEQ – User Experience Questionnaire

UI – User Interface (Interface do Utilizador)

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UX – User Experience (Experiência do Utilizador)

WHO – World Health Organization (Organização Mundial da Saúde)

ÍNDICE

I - Introdução	1
1.1. Contexto e Motivação	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Estrutura do Documento	2
II - Questões de Investigação, Hipóteses e Objetivos do Estudo	3
III - Estado da Arte	5
3.1. Transformação digital na saúde	5
3.2. Digitalização na Osteopatia: Desafios e Oportunidades	6
3.3. Tecnologias de Suporte à Saúde digital	7
3.4. Inteligência Artificial na Saúde	11
3.5. Ética, Regulamentação e Proteção de Dados	12
3.6. Segurança e Cibersegurança em mHealth	14
3.7. Literacia Digital em Saúde	16
3.8. Aplicações Digitais na Osteopatia	17
3.9. Síntese Crítica e Enquadramento das Questões de Investigação	18
IV- Metodologia	20
4.1. Abordagem Metodológica	20
4.2. Estudo do Mercado e Análise Comparativa	20
4.3. Entrevista Semiestruturada	21
4.4. Avaliação Exploratória com Profissionais de Saúde	21
4.5. Síntese da Metodologia	22
V - Guião de entrevista	24
VI – Desenvolvimento	26
6.1. Conceito e Enquadramento da Aplicação	26
6.2. Arquitetura Tecnológica	26
6.3. Identidade Visual e Prototipagem	27
6.4. Estrutura Funcional da Aplicação	30
6.5. <i>OsteoChat</i> : Integração de Inteligência Artificial	41
6.6. Relação entre o Estado da Arte e o Desenvolvimento da Solução	43
VII - Resultados e Avaliação	44
7.1. Conclusões Principais	45
7.2. Contributos do Trabalho	46
7.3. Limitações	47

7.4. Trabalhos Futuros	48
7.5. Conclusão	49
VIII - Referências Bibliográficas	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Logótipo	27
Figura 2 – Protótipo inicial da aplicação	28
Figura 3 - Diagrama da base de dados	29
Figura 4 - Início de Sessão	30
Figura 5 - Criar Conta	31
Figura 6 - Recuperar Palavra-Passe	32
Figura 7 - Página Principal	33
Figura 8 - Lista de Utentes	34
Figura 9 – Calendário	35
Figura 10 - Perfil Osteopata	36
Figura 11 - Pop Up	37
Figura 12 - Novo Utente	38
Figura 13 - Perfil do Utente	39
Figura 14 - Nova Consulta	40

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Questões de Investigação VS Hipóteses	4
Tabela 2 - Síntese Metodologia	23

I - INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTO E MOTIVAÇÃO

A constante evolução tecnológica tem impulsionado diversos setores a acompanhar as rápidas mudanças nos dias de hoje. Neste contexto, a área da saúde tem procurado desde sempre a incorporação da tecnologia, com o objetivo de contribuir para otimizar os processos clínicos e melhorar a prestação de cuidados a todos os utentes, promovendo maior rapidez, segurança e eficiência. Com a pandemia COVID-19, este processo foi significativamente acelerado devido à necessidade de resposta face à época pandémica, evidenciando-se melhorias implementadas relevantes, reforçando a importância das soluções digitais na promoção da acessibilidade e da eficiência dos serviços de saúde.

Apesar deste progresso global, este crescimento digital não tem ocorrido de forma homogênea entre as diferentes áreas da saúde. As profissões com forte componente manual e relacional, têm apresentado uma adoção mais gradual das tecnologias digitais, como é o caso da osteopatia. Esta realidade está associada, em grande parte, às especificações da prática clínica, nomeadamente ao modo como é desenvolvido o processo dos registos clínicos, à gestão de utentes e à própria natureza da prática osteopática.

A osteopatia caracteriza-se por uma abordagem holística e centrada no utente, baseada na avaliação funcional, na palpação e na integração de múltiplos fatores biomecânicos, fisiológicos e contextuais. Estas características necessitam de um registo clínico mais estruturado e flexível, capazes de se adaptar à complexidade exigida pela profissão. Contudo, a análise do mercado revela um desfasamento relativamente a outras áreas da saúde, como é o caso da fisioterapia, que já dispõe de soluções digitais mais maduras e aprofundadas.

Paralelamente, o avanço da inteligência artificial tem vindo a abrir novas possibilidades e oportunidades no apoio aos profissionais de saúde, nomeadamente ao nível da tomada de decisão clínica e da própria gestão de informação. Ainda assim, mesmo com o apoio desta ferramenta, a sua integração deve ser cuidadosamente ponderada, devido a questões éticas, legais e até mesmo de segurança, particularmente no que diz respeito à proteção de dados pessoais e ao cumprimento do Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD). Assim, qualquer solução digital destinada à prática osteopática deve ser concebida de forma responsável, centrada no utilizador, e orientada para apoiar o profissional de saúde, sem que seja ponderada a substituição do mesmo.

1.2. OBJETIVOS

Neste enquadramento, a presente dissertação tem como objetivo o desenvolvimento de uma aplicação móvel, designada *OsteoNote*, concebida para apoiar o trabalho dos osteopatas, através de uma plataforma digital integrada, intuitiva e alinhada às necessidades reais da prática clínica. A aplicação visa centralizar funcionalidades como a gestão de utentes, o registo clínico, o agendamento de consultas e a organização da informação terapêutica, incorporando simultaneamente um módulo inovador baseado em inteligência artificial, designado *OsteoChat*.

Para a concretização deste objetivo, foi adotada uma metodologia de natureza aplicada, que incluiu a realização de um estudo de mercado das aplicações já existentes, com uma abordagem qualitativa baseada numa entrevista semiestruturada a um osteopata em prática clínica independente. Adicionalmente, foram realizadas diversas entrevistas a outros profissionais de saúde fora da área da osteopatia, com o intuito de compreender a potencial expansão da aplicação para diferentes contextos clínicos.

1.3. ESTRUTURA DO DOCUMENTO

A dissertação encontra-se estruturada em vários capítulos. Após a presente introdução, são apresentadas questões de investigação, que orientam o trabalho desenvolvido. Segue-se o capítulo do Estado da Arte, onde é apresentada uma revisão abrangente da literatura relacionada com a saúde digital, aplicações móveis na área da saúde, interoperabilidade, inteligência artificial, ética e segurança, bem como a integração destas tecnologias na osteopatia. Posteriormente, é apresentado o capítulo da Metodologia, onde são descritos os métodos de investigação adotados, incluindo um estudo de mercado e a abordagem qualitativa utilizada. No capítulo de Desenvolvimento, são abordados temas mais detalhados sobre a conceção, o esboço e as principais funcionalidades da aplicação. De seguida, no capítulo dos Resultados Obtidos, através da avaliação qualitativa, são apresentados os dados obtidos através do *feedback* do osteopata, permitindo analisar o impacto da solução desenvolvida. Segue-se o Enquadramento dos Resultados face às Questões de Investigação, com o objetivo de responder às questões inicialmente definidas. O capítulo dos Resultados e Avaliação está subdividido entre Conclusões Principais, Contributos do trabalho do qual aborda a análise crítica dos resultados, de modo a detalhar o envolvimento entre as questões implementadas e o próprio estado da arte, Limitações e Trabalhos Futuros, onde se sintetizam os contributos do trabalho e se refletem nas perspetivas da evolução da aplicação no ecossistema da saúde digital.

II - QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO, HIPÓTESES E OBJETIVOS DO ESTUDO

O presente trabalho insere-se no domínio da saúde digital e da engenharia de aplicações móveis, com enfoque na prática osteopática. Para além do desenvolvimento tecnológico da aplicação *OsteoNote*, esta dissertação assume uma natureza de investigação aplicada, orientada pela identificação de necessidades reais do contexto clínico e pela avaliação da adequação da solução proposta.

Considerando o contexto apresentado e as lacunas identificadas na integração de soluções digitais na prática osteopática, é relevante estabelecer um conjunto de questões de investigação (Research Questions – RQ) que guiem o desenvolvimento deste estudo. Em primeiro lugar, procura-se compreender até que ponto uma aplicação móvel dedicada pode contribuir para a melhoria da organização e eficiência do registo clínico na prática osteopática. Em segundo lugar, pretende-se analisar em que medida uma interface móvel centrada no utilizador pode contribuir para uma utilização mais intuitiva e eficiente na gestão de utentes e consultas por profissionais de saúde. Por último, analisa-se se a integração de um módulo de inteligência artificial é percecionada pelos osteopatas como uma ferramenta útil de apoio à prática clínica, sem comprometer o julgamento profissional.

Estas questões constituíram a base orientadora de todo o processo de conceção, desenvolvimento e avaliação da aplicação *OsteoNote*, possibilitando uma estruturação coerente e direcionada do estudo. Com base nas questões de investigação retratadas, foram formuladas hipóteses que fundamentam a análise dos resultados alcançados. Assim, considera-se que o uso da aplicação *OsteoNote* reduz a fragmentação da informação clínica, comparativamente ao uso de ferramentas genéricas ou dispersas. Considera-se, igualmente, que os utilizadores percecionem a aplicação *OsteoNote* como intuitiva e fácil de utilizar, mesmo sem formação prévia. Por fim, pressupõe-se que o módulo *OsteoChat* é percecionado como um apoio útil à prática clínica, contribuindo para a reflexão e organização do trabalho do osteopata, sem substituir o raciocínio clínico humano.

Na Tabela 1, é apresentado um resumo das questões de investigação e das respetivas hipóteses formuladas no âmbito deste estudo.

Tabela 1 - Questões de Investigação VS Hipóteses

Questão de Investigação	Descrição da Questão	Hipótese	Descrição da Hipótese
RQ1	Até que ponto uma aplicação móvel dedicada pode melhorar a organização e eficiência do registo clínico na prática osteopática?	H1	A utilização da aplicação <i>OsteoNote</i> reduz a fragmentação da informação clínica, comparativamente ao uso de ferramentas genéricas ou dispersas.
RQ2	Uma interface móvel centrada no utilizador contribui para uma utilização mais intuitiva e eficiente na gestão de utentes e consultas por profissionais de saúde?	H2	Os utilizadores percebem a aplicação <i>OsteoNote</i> como intuitiva e fácil de utilizar, mesmo sem formação prévia.
RQ3	A integração de um módulo de inteligência artificial é percebida pelos osteopatas como uma ferramenta útil de apoio à prática clínica, sem comprometer o julgamento profissional?	H3	O módulo <i>OsteoChat</i> é percebido como um apoio útil à prática clínica, contribuindo para a reflexão e organização do trabalho do osteopata, sem substituir o raciocínio clínico humano.

De forma a responder às questões de investigação e testar as hipóteses formuladas, foi definido como objetivo geral o desenvolvimento e avaliação de uma aplicação móvel de apoio à prática osteopática, focada na gestão de utentes, registo clínico estruturado, agendamento de consultas e apoio à decisão através de inteligência artificial. Para a concretização deste objetivo, estabeleceram-se objetivos específicos, que passam pela identificação das limitações funcionais e de usabilidade nas soluções digitais atualmente utilizadas por osteopatas, através do desenvolvimento de uma aplicação móvel integrada que centralize a informação clínica e administrativa do osteopata, pela avaliação da usabilidade da aplicação através da execução de tarefas por profissionais de saúde e, por fim, pela análise da perceção de utilidade do módulo de inteligência artificial enquanto ferramenta de apoio à prática clínica.

Deste modo, a definição explícita destas questões de investigação, das hipóteses e dos objetivos permitiu estruturar o trabalho de forma lógica e consistente, garantindo a articulação entre o enquadramento teórico, as opções metodológicas, o desenvolvimento tecnológico e a análise dos resultados obtidos.

III - ESTADO DA ARTE

3.1. TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA SAÚDE

Nas últimas décadas, as digitalizações têm vindo a transformar profundamente diversos setores, tendo sido este processo acelerado pela pandemia de COVID-19. No contexto da saúde, esta transformação contribuiu não apenas para a melhoria dos processos administrativos, mas também na qualidade dos serviços prestados e para uma maior flexibilidade na prestação de cuidados.

Em 2021, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estabeleceu uma estratégia global referente à saúde digital, com objetivo de garantir uma integração mais estável, segura, eficaz e sustentável das tecnologias nos sistemas de saúde [1]. Este processo enfatiza a necessidade de mecanismos de regulação, com uma avaliação contínua e uma certificação para tecnologias com inteligência artificial, de modo a garantir segurança, interoperabilidade e uma maior confiança por parte dos utilizadores.

A pandemia de COVID-19 acelerou significativamente a adoção destas tecnologias remotas de saúde digital, nomeadamente a telemedicina e as soluções de monitorização remota. Diversos estudos demonstram que as consultas médicas remotas, em muitos casos, conseguem apresentar resultados comparáveis aos do atendimento presencial, especialmente no acompanhamento de doenças com condições crónicas, permitindo, em grande escala, melhorar o acesso aos cuidados de saúde em populações geograficamente isoladas [2], [3]. No entanto, esta rápida expansão também evidenciou desafios importantes, como desigualdades no acesso digital, limitações de infraestrutura e dificuldades na regularização destes sistemas [4].

Paralelamente, a literatura científica aponta um claro crescimento das aplicações móveis de saúde (mHealth), que surgem como uma extensão natural da telemedicina. Estas ferramentas são amplamente utilizadas na monitorização remota, na gestão de doenças crónicas e na promoção de uma participação mais ativa dos utentes no seu próprio cuidado. De acordo com A. Singh Jat, et al., estas aplicações têm demonstrado benefícios relevantes na monitorização remota, nomeadamente na melhoria da adesão ao tratamento, na redução dos custos e na gestão mais eficaz de sintomas, apesar de persistirem preocupações relacionadas com a segurança, privacidade e confiabilidade [5].

3.2. DIGITALIZAÇÃO NA OSTEOPATIA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES

Apesar da evolução global, a adoção tecnológica não tem ocorrido de forma homogênea entre as diferentes áreas da saúde. Profissões com forte componente natural e relacional, como é o caso da osteopatia, apresentam uma integração mais gradual das tecnologias digitais [6], [7].

Ao contrário de áreas como a fisioterapia, onde existem soluções digitais mais maduras, os osteopatas recorrem a ferramentas genéricas, pouco ajustadas às suas necessidades [8]. Esta limitação dificulta a padronização dos registos clínicos, a monitorização da evolução dos utentes e a integração de dados em contexto multidisciplinar [9]. No entanto, o atual contexto tecnológico, marcado pelo uso intensivo de sensores, mobilidade de dados e algoritmos inteligentes abre novas oportunidades para o desenvolvimento de ferramentas digitais capazes de fornecer suporte, ampliar o alcance e favorecer o acompanhamento assíncrono dos utentes [10].

Neste contexto, torna-se fundamental compreender de que forma as tecnologias digitais podem ser incorporadas de maneira segura, eficaz e ética na osteopatia. Paralelamente, é necessário garantir que os requisitos técnicos e humanos são devidamente considerados, para que as soluções desenvolvidas sejam não só funcionais, mas também confiáveis e bem aceites pelos profissionais.

A crescente digitalização é também impulsionada pelas dinâmicas sociais atuais. O aumento da literacia tecnológica entre os utentes tem levado a uma maior exigência na forma como os cuidados de saúde são prestados, destacando-se a procura por soluções mais acessíveis e com suporte remoto, especialmente após a pandemia da COVID-19 [11]. Estes fatores assumem um papel relevante na modernização da osteopatia, incentivando a adoção de ferramentas digitais no contexto clínico.

No entanto, persistem desafios importantes. A natureza tradicional do ensino osteopático, fortemente baseada na prática presencial, pode dificultar a integração de novas tecnologias. Além disso, estudos indicam que profissões com forte componente manual tendem a apresentar uma adoção mais lenta de soluções digitais [12]. A literacia digital entre os profissionais também varia significativamente, influenciada por diversos fatores individuais e contextuais. Segundo Mhadhbi et al. [13], embora educadores e investigadores reconheçam o potencial das tecnologias emergentes, muitos profissionais ainda demonstram resistência no uso das ferramentas digitais, especialmente com modelos de IA. Esta preocupação é igualmente observada noutras áreas de saúde manual, como a fisioterapia, onde existe o receio de que os algoritmos possam substituir ou diminuir o papel da interpretação clínica [14].

Entre estes obstáculos destacados existe ainda a ausência de formação estruturada em tecnologias digitais nos currículos osteopáticos. Ao contrário de áreas como a medicina e a enfermagem, onde

a saúde digital tem vindo a ganhar destaque, muitas instituições de ensino osteopático só recentemente começaram a integrar conteúdos relacionados com teleconsulta e plataformas digitais [15].

Por outro lado, a transformação digital também traz oportunidades significativas para a própria educação em osteopatia. O recurso a simulações e nas plataformas de *e-learning* tem demonstrado resultados positivos na forma como os estudantes compreendem e aplicam os conhecimentos adquiridos [16]. Estudos médicos evidenciam que modelos anatómicos 3D, realidade aumentada e simulações digitais melhoram a capacidade de visualização espacial, permitindo uma aprendizagem mais próxima da realidade [17]. De acordo com Mhadhbi et al. [13], estas ferramentas permitem aos estudantes desenvolver um raciocínio clínico, analisar aspetos biomecânicos e tomar decisões em ambientes simulados. Para além disso, contribuem para uniformização da formação, reduzindo a variabilidade interinstitucional e promovendo métodos de ensino mais padronizados.

Os desenvolvimentos para estas soluções digitais baseiam-se em três grandes pilares tecnológicos: Internet of Medical Things (IoMT), interoperabilidade de dados clínicos e infraestruturas de *cloud computing*.

3.3. TECNOLOGIAS DE SUPORTE À SAÚDE DIGITAL

3.3.1. INTERNET OF MEDICAL THINGS (IOMT)

A IoMT corresponde a um ecossistema, adaptado à medicina, de dispositivos médicos interligados com sensores, que possibilitam a recolha e transmissão contínua de dados clínicos. Esta tecnologia permite a monitorização remota dos utentes e uma melhor decisão em tempo real [18], entendeu-se o impacto positivo que o IoMT tem na saúde.

Apesar do seu potencial, persistem desafios relacionados com a segurança dos dados e a interoperabilidade. Singh e Chandna [19] reforçam a necessidade de uma arquitetura robusta, com mecanismos de criptografia e de autenticação para aplicações que possam configurar e monitorar os dados. No contexto osteopático, a utilização dos sensores e dispositivos móveis tem trazido grandes benefícios para a recolha de movimentos, da postura e para uma resposta mais concisa ao próprio tratamento [20].

3.3.2. INTEROPERABILIDADE DE DADOS CLÍNICOS

A interoperabilidade constitui um dos principais desafios da digitalização da saúde, devido à fragmentação dos dados. Isto acontece devido aos diferentes sistemas clínicos que utilizam formatos e protocolos incompatíveis uns com os outros, impedindo uma comunicação eficaz. O padrão *Fast Healthcare Interoperability Resources* (FHIR), surgiu como uma solução, desenvolvida pela *Health Level Seven International* (HL7), para melhorar a partilha dos dados e a reutilização de informação clínica [21], [22]. E. Mandel et al. [21] relataram ainda que esta solução apoia diversas áreas, entre as quais, a investigação e os sistemas operacionais de saúde.

A sua adoção facilita a partilha de informação, melhora a continuidade de cuidados e reduz redundâncias e erros clínicos [23], [24]. No contexto osteopático, a interoperabilidade é particularmente relevante em ambientes multidisciplinares, permitindo o acesso a histórico clínico, relatórios e exames [25].

O padrão HL7 FHIR tem-se afirmado como o principal modelo para troca estruturada dos dados clínicos a nível global. Mandel et al. [26] descrevem o ecossistema "SMART on FHIR", que permite a integração de aplicações externas através de APIs, garantindo autenticação segura com recurso a (Open Authorization) OAuth2, bem como a leitura e escrita padronizada de recursos clínicos, como observações, condições e procedimentos. Esta abordagem facilita ainda a portabilidade entre os próprios *softwares*. Graças a estas características, plataformas como o *Epic*, o *Cerner* e o *NHS Spine* adotaram este padrão como referência [27].

A adoção de soluções interoperáveis traz várias vantagens diretas para a osteopatia. Entre estas, destaca-se o acesso a registos completos como imagiologia, medicação, antecedentes e relatórios médicos; acompanhamento da evolução em conjunto com outros profissionais; redução de erros por prescrição duplicada; promoção de dados estruturados para investigação; e redução da carga administrativa, com evidências que apontam para uma diminuição até 22% do tempo gasto em registos duplicados [28], [29].

A integração dos dados em tempo real possibilita ainda a identificação de padrões e tendências clínicas - como variações de postura e padrões de dor que podem ser mais difíceis de detetar numa avaliação presencial [30]. No entanto, esta interoperabilidade apresenta também desafios a nível da segurança. APIs mal configuradas, *tokens* expirados ou permissões excessivas podem expor dados sensíveis. Por esse motivo, recomenda-se a utilização de boas práticas, como o uso de TLS 1.3, autenticação via OAuth2, controlo de acessos baseado em funções - RBAC (Role-Based Access Control) – e a implementação de políticas de segurança do tipo *Zero Trust* [31].

No contexto europeu, a adoção de padrões interoperáveis como o FHIR facilita a implementação de boas práticas alinhadas com o Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD), nomeadamente ao nível da rastreabilidade e da segurança do fluxo de dados clínicos entre plataformas.

3.3.3. CLOUD COMPUTING E ESCALABILIDADE

As aplicações móveis ligadas à saúde baseiam-se, de forma geral, em serviços de *cloud computing* e em arquiteturas de micro serviços. Segundo Kaur e Singh [32], a utilização de plataformas de *cloud* proporciona uma maior flexibilidade ao nível da infraestrutura técnica, permitindo, assim, uma gestão mais eficiente dos recursos. Os autores destacam que características como a escalabilidade e a redundância tornaram-se mais facilmente aplicáveis, assegurando um armazenamento seguro e fiável, mesmo no acesso remoto a grandes volumes de dados clínicos.

Tecnologias como a *edge computing* e *containerization* (*Docker*, *Kubernetes*) permitem uma boa curva de desempenho e segurança neste tipo de aplicações [33], permitindo o processamento local de dados sensíveis e redução do risco de exposição.

Estas soluções permitem o processamento local de dados sensíveis no próprio dispositivo, reduzindo a necessidade de transmissão de informação e, conseqüentemente, reduzem o risco de violação de privacidade, ao mesmo tempo que possibilitam análises mais eficientes.

No entanto, a solidez da infraestrutura tecnológica, por si só, não assegura o sucesso de uma solução digital. Mesmo sistemas seguros, escaláveis e interoperáveis podem falhar se não forem concebidos de forma alinhada com as necessidades ou limitações. Assim, após compreender os pilares técnicos, torna-se fundamental considerar a experiência do utilizador e os fatores humanos que condicionam a adoção e a utilização efetiva destas ferramentas.

3.3.4. EXPERIÊNCIA DO UTILIZADOR E USABILIDADE

A experiência do utilizador (UX) é um fator determinante no sucesso das aplicações digitais, particularmente na área da saúde. Estudos demonstram que problemas de usabilidade, como interfaces complexas ou navegação pouco intuitiva, podem comprometer a utilização eficaz das aplicações e a sua aceitação pelos utilizadores. Por outro lado, soluções com melhor usabilidade tendem a facilitar a interação e a melhorar a experiência global do utilizador [34].

Zapata et al. [34], após uma revisão sistemática sobre a usabilidade de aplicações mHealth, identificaram falhas no design assim como a ausência de testes com utilizadores reais. Destacaram

que a eficácia de uma aplicação de saúde tem uma grande dependência da funcionalidade técnica, principalmente da facilidade que o utilizador consegue compreender quando interage com a mesma.

Em contextos de reabilitação ou monitorização crónica, a clareza das informações e o tempo de resposta com as mesmas, relacionadas ao *feedback* visual, apontam para aspetos críticos na adesão de mais utentes [34].

Como mencionado anteriormente, a faixa etária e a diversidade cognitiva têm um grande impacto na forma como a aplicação deve ser desenvolvida. A população mais idosa, encontra mais limitações ou barreiras adicionais com a utilização das tecnologias, por falta de experiência ou familiaridade digital [35]. O design inclusivo, apoiado por A. Kuerbis, F. Mullin, P. Muench, e F. Moore [35], e Cajita et al. [36], é reforçado através de linguagem simples, uma tipografia ampliada, ícones mais intuitivos e contraste de cores adequado ao tema. Estes elementos são essenciais para promover uma utilização mais acessível e segura por parte dos utilizadores mais velhos. Além disso, demonstram que pequenas melhorias na interface podem traduzir-se em ganhos significativos na acessibilidade e na perceção de confiança.

A avaliação da usabilidade recorre, frequentemente, a métodos qualitativos e quantitativos, como as heurísticas de Nielsen, *System Usability Scale* (SUS) e *User Experience Questionnaire* (UEQ), permitindo uma melhor análise de critérios como a consistência, o controlo e a prevenção de erros, avaliando a medida da eficiência e satisfação [37]. Os autores mencionam ainda como a combinação de diversos métodos aumenta a validade dos resultados, resultando numa maior compreensão, tanto a nível de eficiência do sistema como da satisfação do utilizador.

Adicionalmente, o envolvimento contínuo no processo entre utente e profissional de saúde é crucial, uma vez que contribui para a criação de soluções mais realistas e eficazes. Segundo McCurdie et al. [38], é a incorporação sistemática do *feedback* dos utilizadores, com a garantia do desenvolvimento das aplicações de saúde, que realça uma aplicação mais segura, intuitiva e alinhada com as necessidades clínicas.

A partir desta perspetiva centrada no utilizador, torna-se claro que as aplicações são mais do que o elemento tecnológico, desde instrumentos que influenciam diretamente decisões clínicas, até aos comportamentos e relações de confiança. Assim, quando se introduzem componentes de inteligência artificial, não estão em causa apenas questões de usabilidade, mas também de ética, responsabilidade e enquadramento legal. Torna-se, assim, fundamental compreender o quadro ético e regulatório que orienta o seu desenvolvimento e utilização.

3.4. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA SAÚDE

A inteligência artificial (IA) tem emergido como um dos grandes motores na inovação da saúde, com aplicações no diagnóstico, análise de dados e apoio à decisão clínica [39], [40].

Estudos comprovam que os algoritmos de aprendizagem automática podem atingir níveis de precisão comparáveis ou mesmo superiores aos especialistas humanos em áreas como dermatologia e radiologia [41], [42], [43].

McKinney et al. [42] demonstraram que redes neurais mais profundas podem alcançar níveis de precisão superiores aos de especialistas humanos em tarefas de diagnóstico por imagem. Por exemplo, Esteva et al. [41] treinaram um modelo de IA para a detecção de cancro da pele, com desempenhos semelhantes aos de dermatologistas certificados. De forma semelhante, McKinney et al. [42] desenvolveram um modelo capaz de identificar cancro da mama em exames de mamografia, apresentando taxas de erros inferiores às médias humanas. Estes estudos reforçam o potencial da IA em termos de precisão e escalabilidade na área da saúde, estabelecendo também uma base sólida para a sua aplicação em outras especialidades, incluindo a reabilitação musculoesquelética.

Na área musculoesquelética, a IA tem sido utilizada na análise de movimento, personalização de tratamentos e monitorização de postura [44], [45], [46]. Li et al. [44] demonstraram a possibilidade de avaliar o movimento em tempo real através de redes neurais convulsionais, permitindo fornecer um *feedback* automático em programas de reabilitação. Por sua vez, Agostinelli et al. [45] apresentaram resultados promissores capazes de estimar o risco ergonómico e identificam desalinhamentos corporais com imagens 2D e 3D, com recurso a algoritmos de visão computacional. Complementarmente, Doong et al. [46] recorreram a modelos de *machine learning* para classificar posturas de risco ocupacional com elevada precisão, permitindo um rastreio antecipado de potenciais lesões musculoesqueléticas.

Assim, como é identificado em diversos estudos, os modelos preditivos permitem antecipar a evolução da dor crónica e adaptar intervenções terapêuticas [47], [48], [48]. Num contexto de prevenção e prognósticos de dor crónica, Shim et al. [47] exploraram modelos de *machine learning* para prever a evolução da dor lombar, com base em variáveis clínicas e psicossociais. Areias et al. [48] aplicaram técnicas de *explainable* IA para avaliar a resposta à dor em programas de reabilitação remota, potencializando algoritmos preditivos adaptados a planos terapêuticos individuais. Jang et al. [49] utilizaram métodos de IA para interpretar sinais de bioimpedância e relacioná-los com perfis de dor lombar, reforçando o valor da análise automatizada para monitorização clínica.

Apesar do potencial demonstrado nesta ferramenta, persistem grandes desafios relativamente ao preconceito de dados, falta de transparência dos algoritmos e o receio de substituição do julgamento clínico [13], [14]. Assim, a IA deve ser encarada como uma ferramenta de suporte, ao invés de um substituto do profissional de saúde.

Um estudo recente de Mhadhbi et al. [13], que envolveu educadores e investigadores de osteopatia, analisou as atitudes relativas à inteligência artificial no ensino e na prática clínica. Os resultados evidenciaram de forma positiva e global a IA como uma ferramenta de apoio, especialmente na gestão de dados, análise de padrões clínicos e suporte à decisão. Contudo, a falta de formação técnica foi notória, assim como o risco de enviesar os algoritmos e a possibilidade de a tecnologia substituir indevidamente o julgamento clínico humano. A análise publicada pela Kansas HSU [50] destacou o potencial da IA na prática e na educação osteopática, abrangendo áreas como diagnóstico assistido, previsão de risco clínico, personalização de protocolos terapêuticos e suporte ao processo educativo dos futuros profissionais.

Na vertente da monitorização, Rodrigues et al. [51] demonstraram que os sistemas baseados em IA conseguem analisar em tempo real os sinais vitais, identificar alterações fisiológicas e emitir alertas imediatos em situações críticas. Chaddad et al. [40] exploram modelos preditivos mais sofisticados baseados em dados clínicos, genómicos e imagiológicos, permitindo uma abordagem mais preventiva.

3.5. ÉTICA, REGULAMENTAÇÃO E PROTEÇÃO DE DADOS

A responsabilidade de assegurar uma aplicação digital na área da saúde, incorporado com sistema de IA, aborda uma grande responsabilidade de ética, conformidade regulatória e proteção de dados, uma vez que levanta questões éticas e legais. A OMS estabeleceu princípios éticos consensuais como proteção da autonomia, justiça, sensibilidade, proteção e responsabilidade [52]. Em 2025, a mesma publicou orientação específica para modelos generativos e LMMs na saúde, reforçando as exigências na avaliação do risco, governação de dados, mitigação dos enviesamentos e validação clínica antes da implementação [53].

De acordo com o relatório *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health* da OMS [52], assim como uma versão atualizada sobre os modelos multimodais [53], destacam-se princípios como a proteção da autonomia humana, a promoção do bem-estar, a transparência e responsabilidade, inclusão e equidade. Estes princípios recaem todos na sustentabilidade e no impacto positivo da IA, para as clínicas, utentes e até os próprios profissionais de saúde, que mesmo com decisões automatizadas continuam no controlo dos processos.

Na União Europeia, o *AI Act* criou um quadro regulatório, baseado por risco, impondo requisitos para sistemas de alto risco, que permitiu uma melhor gestão do mesmo, da qualidade de dados, da documentação técnica, registo e monitorização pós-comercialização, da transparência e supervisão humana [54], [55].

Em 2024, a União Europeia publicou o regulamento (UE) 2024/1689, o primeiro quadro legislativo global dedicado à IA. Este regulamento divide as aplicações da IA em quatro níveis de risco e impõe requisitos mais rigorosos dos quais se inserem os sistemas de apoio à decisão médica. O *AI Act* determinou a necessidade de gestão contínua do risco, a qualidade, a rastreabilidade dos dados, a transparência de algoritmos, a monitorização pós-comercialização e supervisão humana obrigatória [54], tendo sempre como objetivo garantir que a IA médica não substituísse o julgamento clínico, mas que o complementasse de forma segura e previsível.

Paralelamente, a recomendação da (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) UNESCO (2021) sobre a ética da IA definiu princípios globais desde os direitos humanos, inclusão, não-discriminação, governação responsável, que convergiu com as linhas da OMS e do *AI Act*, servindo como base para outras profissões de saúde [56]. Este documento, adotado por mais de 190 países, estabeleceu princípios como justiça social, a não discriminação, a igualdade de género, a proteção ambiental e responsabilidade legal [56].

A crescente integração da inteligência artificial agrupada com os sistemas digitais na saúde conseguiu maior atenção às dimensões éticas e de privacidade, promovendo responsabilidade e confiança entre profissionais de saúde e os utentes. A *World Health Organization* reconhece o potencial da IA na medicina, destacando a necessidade de garantir a dignidade e os direitos humanos ao longo de todo o seu ciclo de vida [52], [53].

Desta forma, destacam-se alguns princípios como a proteção da autonomia humana, a promoção do bem-estar, a transparência, a responsabilidade, a inclusão e a equidade. Estes princípios asseguram um impacto positivo e sustentável da IA na prática clínica [52], [53].

A nível regulatório, a European Union aprovou o Regulamento (UE) 2024/1689, conhecido como *AI Act*, que define um enquadramento baseado no risco para a utilização da inteligência artificial. Este regulamento, estabelece requisitos rigorosos para sistemas de apoio à decisão médica, incluindo a necessidade de supervisão humana, transparência nos processos e monitorização contínua do seu desempenho [54].

Em complemento, a UNESCO, através da Recomendação sobre a Ética da Inteligência Artificial, destaca princípios fundamentais como a justiça social, a não discriminação e a responsabilidade.

Estas diretrizes procuram assegurar que a integração da IA na área da saúde seja feita de forma ética, equilibrada e sustentável [56].

O RGPD [57] mantém-se num eixo crítico na digitalização da saúde com a privacidade dos dados pessoais, e regula o tratamento de dados de saúde, exigindo o consentimento explícito e garantindo direitos como o acesso, a retificação e o apagamento [57], [58], [59], [60].

Importa também destacar que o RGPD assegura um conjunto de direitos fundamentais aos titulares dos dados, como o acesso, a retificação, o apagamento, o direito ao esquecimento e a portabilidade, entre outros. O Comité Europeu para a Proteção de Dados tem vindo a reforçar que o consentimento digital ser verdadeiramente livre, sendo igualmente importante que a sua retirada seja tão simples quanto a sua concessão [59].

Além disso, tanto o EDPB (European Data Protection Board) como a Comissão Europeia sublinham o princípio da privacidade desde a conceção, o que implica que os desenvolvedores integrem mecanismos de segurança, como a minimização de dados, logo nas fases iniciais do desenvolvimento das soluções [60].

3.6. SEGURANÇA E CIBERSEGURANÇA EM MHEALTH

Hoje em dia, as aplicações de saúde enfrentam riscos significativos de cibersegurança, incluindo *data leaking*, *phishing* e *ransomware* [61], [62]. Diversos estudos retratam as falhas existentes e cada vez mais frequentes nas aplicações como a mHealth, tal como transmissões não encriptadas e recolha excessiva de dados [28].

Entre os principais vetores de ataque no setor da saúde destaca-se o *phishing*, frequentemente utilizado como porta de entrada para ataques mais complexos, como *ransomware* ou o roubo de credenciais. Alharthi et al. [23] demonstram que os profissionais de saúde apresentam uma elevada suscetibilidade a este tipo de ataques, em grande parte devido à pressão assistencial e à sobrecarga informacional. Este risco é ainda mais acentuado na população idosa – bastante presente na prática osteopática – onde a literacia digital se revela mais reduzido. Chouhan e Singh [24] verificaram que utentes mais velhos têm maior dificuldade em identificar sinais de fraude digital, o que aumenta a probabilidade de interação com conteúdos maliciosos.

O *ransomware* tem registado um crescimento significativo no setor clínico. Barik et al. [27] identificaram os sistemas de saúde como um dos principais alvos, sobretudo pela sua forte dependência do acesso contínuo a registos clínicos. Um ataque desta natureza pode comprometer

seriamente o funcionamento das instituições, impedindo consultas, o acesso a exames e a continuidade de cuidados.

Para além disso, o *data leakage* continua a ser uma ameaça constante. Muitas violações de dados não resultam diretamente de ataques maliciosos, mas sim de falhas internas, como permissões excessivas, palavras-passe fracas ou configurações inadequadas, especialmente em dispositivos pessoais usados na prática clínica (BYOD - Bring Your Own Device). Fan et al. [28] demonstraram que uma parte significativa das aplicações mHealth não cumpre sequer práticas básicas de privacidade e proteção de dados.

A mitigação destes riscos analisados requer medidas como a encriptação (AES-256, TLS 1.3), autenticação multifator e modelos *Zero Trust* [31], [63], [64]. A autenticação multifator (MFA), em particular, é considerada uma das defesas mais eficazes, bloqueando até 99% dos ataques baseados em credenciais comprometidas [63]. Para arquiteturas clínicas complexas, a implementação de modelos *Zero Trust*, onde nenhum dispositivo ou utilizador é automaticamente confiável, foi estudada por Dykstra, e tem sido amplamente recomendada [64].

No contexto IoMT, surgem ameaças específicas como *medjacking*, que envolve a exploração de dispositivos médicos para aceder a redes ou comprometer. Guma e Mijwil [25] descrevem ainda ataques frequentes como *Sybil attacks*, falsificação de telemetria biomédica e injeção de firmware malicioso. Para mitigar estes riscos, recomendam medidas como a segmentação da rede, autenticação reforçada entre os dispositivos, monitorização contínua e atualizações regulares de *firmware*.

A adoção de normas e *frameworks* internacionais é igualmente essencial. O NIST SP 800-66 fornece orientações para a implementação de controlos técnicos e administrativos em sistemas de saúde [65], enquanto o NIST Cybersecurity Framework Healthcare Profile prioriza medidas de mitigação para as clínicas e os sistemas IoMT [66]. A norma ISO/IEC 27001 mantém-se como referência na gestão de segurança da informação [67], sendo complementado pela ISO/TS 82304-2, focada na qualidade e segurança de aplicações digitais de saúde [68].

Paralelamente, existem soluções como a *blockchain* das quais têm sido exploradas para reforçar a integridade assim como a rastreabilidade dos registos clínicos. Aggarwal et al. [69] demonstraram que estes sistemas, baseados em *blockchain*, reduzem significativamente o risco de adulteração dos dados e melhoram a auditabilidade da informação.

No contexto específico da osteopatia, apesar dos benefícios das tecnologias digitais, persistem riscos associados a aplicações mal desenhadas ou pouco seguras. Estes incluem a perda de dados clínicos, o uso indevido por terceiros e falhas na encriptação [70]. O General Osteopathic Council

[71] publicou diretrizes específicas sobre a utilização de IA na prática osteopática, com o objetivo de garantir a confidencialidade dos utentes e a conformidade com as normas de proteção de dados em vigor. No contexto europeu, estas preocupações enquadram-se no RGPD [57] e no Regulamento Europeu dos Dispositivos Médicos (MDR) [72], que apresentam critérios de segurança, usabilidade e avaliação de risco para *softwares* classificados como dispositivos médicos.

3.7. LITERACIA DIGITAL EM SAÚDE

A literacia digital é fundamental para a utilização eficaz das tecnologias, principalmente na área da saúde. A OMS identifica esta competência como um fator crítico para a adoção sustentável de soluções digitais [73].

Segundo Palumbo et al. [74], o conceito de literacia digital vai muito além do simples acesso a dispositivos. Envolve um conjunto de competências cognitivas, sociais e técnicas, que permitem interpretar informação clínica, avaliar a credibilidade das fontes e tomar decisões informadas. Os autores defendem que a ausência dessas competências cria desigualdades no acesso aos cuidados, uma vez que as percentagens de indivíduos com baixa literacia digital tendem a beneficiar menos das ferramentas tecnológicas, em comparação com indivíduos instruídos, estando mais expostos a erros, atraso nos diagnósticos e uso inadequado das aplicações.

De facto, níveis reduzidos de literacia digital estão associados a uma maior probabilidade de erro, má interpretação da informação e menor adesão aos tratamentos [74], [75]. Em contrapartida, níveis mais elevados promovem maior autonomia e melhores resultados clínicos [76].

Existem estudos que apontam para a relevância destas aplicações na área da reabilitação. Segundo Corrêa et al. [77], a utilização de tecnologias assistenciais, permitiu maior eficácia em intervenções terapêuticas, enquanto Silva e Santos [78] destacaram os benefícios diretos no bem-estar de idosos. Já no contexto internacional, iniciativas como o Gadgil e Jackson [79] sublinharam que as aplicações móveis, utilizadas como ferramenta para democratizar o acesso à informação sobre reabilitação, permitiram que os profissionais de saúde nas regiões mais remotas ou com poucos recursos obtivessem dados atualizados.

No caso dos profissionais de saúde, a crescente integração de sistemas interoperáveis, plataformas de teleconsulta e ferramentas de IA exigem uma formação contínua. Palumbo et al. [74] referem que muitos profissionais sentem desconforto e alguma resistência à adoção tecnológica, pelas

lacunas de formação formal. Esta realidade é particularmente evidente na osteopatia, cuja prática tradicional tem evoluído, em grande parte, fora de ambientes digitais.

A rápida expansão das aplicações de saúde, atualmente com mais de 350.000 disponíveis, representa simultaneamente uma oportunidade e um risco. Uma parte significativa destas aplicações não retém validação clínica, rigor metodológico ou conformidade com requisitos de privacidade [80]. A OMS alerta que esta proliferação pode contribuir para a desinformação digital na saúde [73], especialmente quando associada a conteúdos difundidos em redes sociais e blogs, frequentemente sem base científica sólida [75].

Apesar destes riscos, a literacia digital tem um impacto positivo significativo quando bem desenvolvida. Permite que os utentes participem de forma mais ativa no seu processo terapêutico. Aplicações bem concebidas, com linguagem clara, *feedback* intuitivo e informação validada, contribuem para o empoderamento do utente e para uma maior adesão ao tratamento [76].

3.8. APLICAÇÕES DIGITAIS NA OSTEOPATIA

Apesar das limitações existentes, existem já iniciativas bastante relevantes na digitalização da osteopatia. Projetos como o de Fawkes et al. [81] e NCOR [82] demonstram o elevado potencial de recolha de PROMs para melhorar a avaliação clínica.

O projeto nacional desenvolvido por Fawkes et al. [81], no Reino Unido, implementou um sistema de recolha de Patient Reported Outcome Measures (PROMs), que permitiu uma avaliação mais objetiva e uma maior proximidade entre o profissional e o utente. De forma semelhante, o National Council for Osteopathic Research (NCOR) [82] desenvolveu uma aplicação móvel dedicada à recolha destes indicadores, estruturada em várias fases, desde a revisão da literatura, até à implementação piloto. Entre as funcionalidades sugeridas destacam-se lembretes de consultas, monitorização da evolução clínica e intervenções guiadas através da própria aplicação.

Paralelamente, tem-se verificado um crescimento de aplicações direcionadas para o tratamento de dor musculoesquelética e prescrição de exercício terapêutico [83]. Estas soluções têm demonstrado melhorias na adesão dos utentes, no acompanhamento remoto e na monitorização dos sintomas, abrangendo casos ligados à área como lombalgias, cervicalgias e disfunções musculoesqueléticas crónicas.

No entanto, a maioria das aplicações existentes é limitada e não corresponde plenamente às necessidades da prática osteopática. Esta lacuna representa uma oportunidade para o desenvolvimento de soluções mais completas e integradas.

Embora existam áreas como a fisioterapia, a medicina desportiva e a quiroprática que dispõem de plataformas avançadas para análise do movimento, registo clínico e telemonitorização, os osteopatas utilizam maioritariamente ferramentas genéricas, pouco adequadas para capturar as especificidades do exame funcional e da intervenção manual [8]. Além disso, a falta de interoperabilidade e de padronização na recolha de dados dificulta a investigação e a eficácia da intervenção [9].

Neste sentido, surge uma oportunidade relevante para o desenvolvimento de ferramentas dedicadas ao registo clínico, com uma análise mais detalhada, acompanhamento terapêutico e recolha de PROMs. Com a recolha sistemática de dados clínicos e uma maior aproximação da relação entre o profissional de saúde e o utente, é possível obter uma melhoria significativa, com ferramentas de educação em saúde e comunicação que reforçam a qualidade dos cuidados [84].

3.9. SÍNTESE CRÍTICA E ENQUANDRAMENTO DAS QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO

A análise da literatura evidencia que a transformação digital na saúde tem evoluído de forma significativa, impulsionada pela adoção de tecnologias como as aplicações móveis (mHealth), inteligência artificial, sistemas interoperáveis e infraestruturas cloud. Estas soluções têm demonstrado benefícios claros ao nível da eficiência dos processos clínicos, da melhoria da acessibilidade e da qualidade dos cuidados prestados [1], [5], [20].

No entanto, esta evolução não tem sido uniforme entre as diferentes áreas da saúde. Profissões com forte componente manual e relacional, como a osteopatia, continuam a apresentar uma integração tecnológica mais limitada, recorrendo frequentemente a ferramentas genéricas que não respondem às especificidades da prática clínica [8], [9]. Esta realidade contribui para a fragmentação da informação clínica, dificuldades na gestão de utentes e limitações na organização do trabalho do osteopata.

Neste contexto, a literatura destaca a importância de soluções digitais centradas no utilizador, capazes de garantir usabilidade, eficiência e alinhamento com os fluxos reais de trabalho clínico. A experiência do utilizador surge como um fator crítico para a adoção destas tecnologias, sendo fundamental o envolvimento dos profissionais de saúde no processo de desenvolvimento [34], [38]. Esta perspetiva sustenta diretamente a necessidade de compreender de que forma uma aplicação móvel pode melhorar a organização e eficiência do registo clínico, bem como facilitar a gestão de utentes e consultas.

Paralelamente, a integração da inteligência artificial tem vindo a abrir novas possibilidades no apoio à decisão clínica, permitindo analisar grandes volumes de dados e identificar padrões relevantes para a prática clínica [39], [41]. No entanto, a sua adoção levanta preocupações relacionadas com transparência, ética, segurança e preservação do julgamento clínico humano [13], [51]. Assim, torna-se pertinente avaliar de que forma estas ferramentas são percecionadas pelos profissionais de saúde e se são efetivamente consideradas úteis no contexto da prática osteopática.

Adicionalmente, existem questões como a interoperabilidade, a segurança, proteção de dados, entre outras das quais assumem um papel central no desenvolvimento das aplicações de saúde. A fragmentação dos sistemas, a ausência de padronização e os riscos associados à cibersegurança reforçam a necessidade de soluções robustas, seguras e em conformidade com os regulamentos europeus, nomeadamente o RGPD e o *AI Act* [28], [53], [57].

Face a este enquadramento, identifica-se uma lacuna clara na literatura: a inexistência de soluções digitais especificamente desenvolvidas para a prática osteopática que integrem, de forma equilibrada, as funcionalidades de registo clínico estruturado, a gestão de utentes, a usabilidade centrada no utilizador, assim como no apoio à decisão baseado em inteligência artificial.

Deste modo, as questões de investigação definidas nesta dissertação emergem diretamente das limitações identificadas na literatura e procuram responder aos seguintes desafios:

- (i) melhorar a organização e eficiência do registo clínico na osteopatia;
- (ii) garantir uma experiência de utilização intuitiva e alinhada com o contexto clínico;
- (iii) avaliar o papel da inteligência artificial como ferramenta de apoio à prática profissional, sem comprometer o julgamento clínico.

Este enquadramento reforça a relevância do desenvolvimento da aplicação *OsteoNote*, posicionando-a como uma resposta concreta às necessidades identificadas e como um contributo para a modernização da prática osteopática no contexto da saúde digital.

IV- METODOLOGIA

4.1. ABORDAGEM METODOLÓGICA

A presente investigação adotou uma abordagem aplicada e centrada no próprio utilizador, orientada para o desenvolvimento de uma aplicação, designada *OsteoNote*, com foco na vertente osteopática. Esta abordagem procurou alinhar o desenvolvimento tecnológico com as necessidades reais do contexto clínico, garantindo simultaneamente a utilidade prática e a validade funcional, utilizando assim uma metodologia qualitativa de natureza exploratória.

A metodologia aplicada foi estruturada em três fases complementares. (i) estudo de mercado e análise comparativa de soluções já existentes, (ii) realização de uma entrevista semiestruturada a um osteopata em exercício clínico e (iii) avaliação exploratória com profissionais de saúde de diferentes áreas. A articulação destas fases permitiu uma compreensão abrangente do problema, desde o panorama atual das soluções digitais até à validação da aplicabilidade da solução proposta.

4.2. ESTUDO DO MERCADO E ANÁLISE COMPARATIVA

Numa fase inicial, foi conduzido um estudo de mercado com o objetivo de identificar e analisar com uma maior profundidade as plataformas digitais dentro do ramo da osteopatia. Esta análise teve como finalidade compreender o estado atual das soluções disponíveis, bem como identificar funcionalidades-chave e detetar lacunas e limitações recorrentes. Para tal, foram definidas questões orientadoras, nomeadamente: (i) que tipos de soluções digitais existem para apoiar os osteopatas no contexto clínico? (ii) quais são as funcionalidades chave e mais utilizadas neste tipo de aplicações? (iii) quais são as limitações mais comuns encontradas nas aplicações, como por exemplo a usabilidade, personalização, custos, complexidade, integração à plataforma? e (iv) quais as oportunidades existentes para colmatar essas limitações?

A pesquisa foi realizada através de plataformas digitais, incluindo Android e IOS, bem como através de páginas oficiais de produtos. Foram definidos critérios de inclusão, direcionados a profissionais de saúde, como clínicas privadas, terapeutas e osteopatas que disponibilizassem informação funcional relevante, incluindo registos clínicos, agenda ou marcações, gestão de utentes e notas de consulta. Por outro lado, foram excluídas aplicações sem informação suficiente para análise funcional, soluções genéricas sem estrutura clínica (ex.: aplicações de notas) e aplicações que não contemplassem funcionalidades de gestão clínica.

Os resultados desta análise evidenciaram que, apesar da existência de algumas soluções digitais para outras áreas, a osteopatia apresenta ainda uma escassez de aplicações específicas, sendo frequente a necessidade de utilização de múltiplas ferramentas para cobrir diversas funcionalidades. Esta fragmentação reforçou a necessidade de desenvolver uma solução integrada, motivando, desta forma, a realização da segunda fase metodológica.

4.3. ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

Numa segunda fase, foi realizada uma entrevista semiestruturada a um osteopata em exercício clínico, consentida e teve como principal objetivo avaliar de forma qualitativa a forma como o mesmo desenvolve o seu trabalho e o impacto das aplicações utilizadas pelo mesmo. A entrevista teve lugar no consultório do participante, com consentimento prévio, tendo uma duração de 40 minutos e registo através de notas. O participante, selecionado por conveniência e relevância, exerce atividade clínica há mais de 15 anos.

O guião da entrevista incluiu questões orientadas para a compreensão do fluxo de trabalho clínico (antes, durante e após a consulta), o tipo e frequência de registo de informação, os problemas existentes nas ferramentas atuais (tempo, duplicação de tarefas, falta de organização) e as funcionalidades consideradas essenciais para uma aplicação ideal. O formato semiestruturado permitiu explorar, de forma flexível, não apenas aspetos específicos da área da osteopatia, mas também dúvidas relacionadas com a gestão clínica em geral.

Para a análise dos dados recolhidos, seguiu-se uma abordagem de análise temática, organizada em torno de tópicos como a gestão de informação clínica, o registo durante a consulta, a usabilidade e a integração ajustada à aplicação. Os resultados obtidos confirmaram a necessidade de agrupar as aplicações numa só, evidenciando limitações significativas nas soluções atuais e identificando oportunidades de melhoria ao nível da eficiência, organização e experiência de utilização.

4.4. AVALIAÇÃO EXPLORATÓRIA COM PROFISSIONAIS DE SAÚDE

Na terceira fase, foi realizada uma avaliação exploratória com 10 profissionais de saúde de diferentes áreas, incluindo enfermagem, fisioterapia, medicina, psicologia e farmácia, com o objetivo de avaliar a usabilidade da aplicação e o seu potencial de adaptação a outros contextos clínicos. Os participantes foram selecionados de forma não probabilística, tendo as sessões sido realizadas presencialmente.

Durante a avaliação, os participantes utilizaram um dispositivo móvel para interagir com a aplicação e executar as tarefas previamente definidas, enquanto um tablet era utilizado como suporte para orientação das tarefas. Antes da execução, foram recolhidas informações sobre a profissão dos mesmos, o tempo de experiência e o contexto de trabalho, bem como a percepção geral sobre as ferramentas utilizadas no dia a dia.

As tarefas incluíram a criação e gestão de utentes e consultas. Para a avaliação, foi utilizada uma escala de 0-10, onde 0 representa “muito insatisfeito” e 10 “muito satisfeito”. No caso da taxa de erro, a escala foi invertida, sendo 0 correspondente à execução autónoma das tarefas e 10 a necessidade constante de apoio.

Os resultados desta fase permitiriam avaliar a facilidade de utilização da aplicação e a sua compreensibilidade por profissionais fora da área de osteopatia, evidenciando assim o seu potencial de expansão para outras áreas da saúde.

4.5. SÍNTESE DA METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo foi estruturada de forma a garantir uma abordagem integrada e coerente entre a identificação de lacunas no mercado e a validação da solução proposta em contexto real. A articulação destas três fases metodológicas – estudo de mercado, entrevista semiestruturada e avaliação exploratória – permitiu analisar o problema atual sob diversas perspetivas, assegurando uma compreensão aprofundada das necessidades da prática clínica osteopática.

Numa fase inicial, o estudo de mercado possibilitou a identificação das limitações nas soluções digitais existentes nos dias de hoje, particularmente ao nível da fragmentação da informação clínica e da ausência de ferramentas específicas para a osteopatia. Estes resultados contribuíram diretamente para responder à RQ1, evidenciando a necessidade de soluções que promovam uma melhor e maior organização no registo clínico, bem como para sustentar a hipótese H1.

Posteriormente, a entrevista semiestruturada permitiu aprofundar o conhecimento sobre o contexto real de utilização, nomeadamente o fluxo de trabalho clínico, as dificuldades associadas às ferramentas existentes e às funcionalidades consideradas essenciais. Esta fase revelou-se fundamental para responder às questões RQ1, RQ2 e RQ3, contribuindo igualmente para a validação conceptual das hipóteses H1, H2 e H3, ao evidenciar a importância de uma solução integrada, intuitiva e com capacidade de apoiar o raciocínio clínico sem o substituir.

Por fim, a avaliação exploratória com profissionais de saúde permitiu testar a aplicação em contexto prático, analisando a sua usabilidade e potencial de adaptação a diferentes áreas clínicas. Os resultados obtidos contribuíram principalmente para responder às questões RQ2 e RQ3, e validar as hipóteses H2 e H3 ao demonstrar que a aplicação é percebida como intuitiva, relevante e funcional enquanto ferramenta de apoio à prática clínica.

De forma global, o estudo de mercado identificou limitações estruturais nas soluções existentes, a entrevista aprofundou as necessidades específicas da prática osteopática e a avaliação exploratória validou a usabilidade e potencial de aplicação.

Esta estrutura garantiu coerência entre o enquadramento teórico, as questões de investigação, as hipóteses formuladas e o desenvolvimento da aplicação *OsteoNote*.

De forma a sintetizar o alinhamento entre as fases metodológicas, as questões de investigação e as hipóteses formuladas, apresenta-se a Tabela 2.

Tabela 2 - Síntese Metodologia

Fase Metodológica	Objetivo Principal	RQ Associadas	Hipóteses Validadas
Estudo de Mercado	Identificar lacunas e limitações nas soluções digitais existentes	RQ1	H1
Entrevista semiestruturada	Compreender necessidades reais da prática clínica osteopática	RQ1, RQ2, RQ3	H1, H2, H3
Avaliação com Profissionais	Avaliar usabilidade e aplicabilidade da solução	RQ2, RQ3	H2, H3

V - GUIÃO DE ENTREVISTA

A entrevista realizada no âmbito desta investigação seguiu um guião semiestruturado, organizado por blocos temáticos, com o objetivo de garantir uma recolha de dados clara, consistente e orientada para os objetivos do estudo. Este formato permitiu, por um lado, assegurar a cobertura dos tópicos essenciais e, por outro lado, manter flexibilidade para explorar aspetos adicionais relevantes emergentes durante a interação.

O guião foi estruturado em cinco dimensões: (A) contexto e prática clínica, (B) ferramentas atualmente utilizadas, (C) problemas e necessidades, (D) funcionalidades desejadas e (E) questões finais. Esta organização teve como finalidade compreender, de modo abrangente, o funcionamento da prática clínica osteopática, as limitações das soluções digitais existentes e as expectativas relativamente a uma aplicação ideal.

A) Contexto e prática clínica

Este bloco teve como objetivo caracterizar o perfil do participante, bem como o contexto em que exerce atividade clínica e a organização geral do seu fluxo de trabalho.

1. Há quantos anos exerce a área da osteopatia e em que tipo de contexto (clínica própria, clínica partilhada, domicílios)?
2. Quantos utentes atende, em média, por semana?
3. Como organiza atualmente o processo de consulta (antes/durante/depois)?

B) Ferramentas atuais

Este bloco procurou identificar as ferramentas digitais utilizadas no dia a dia clínico e avaliar a perceção do utilizador relativamente às mesmas.

4. Que ferramentas usa para: agenda, registo clínico, histórico do utente?
5. O que gosta nessas ferramentas? O que considera que funciona bem?

C) Problemas e necessidades

O objetivo desta secção foi identificar dificuldades práticas e limitações associadas às soluções atualmente utilizadas, bem como compreender o impacto dessas limitações na prática clínica.

6. Quais são as tarefas que consomem mais tempo durante uma consulta?
7. Já aconteceu perder informação, ficar com dados dispersos, ou ter de duplicar registos?
Se sim, em que situações?

8. Quais são os maiores riscos/erros que podem surgir por má organização digital?

D) Funcionalidades desejadas

Esta secção teve como finalidade explorar as necessidades e expectativas do utilizador relativamente a uma solução digital ideal.

9. Se pudesse “inventar” uma aplicação ideal, que funcionalidades seriam obrigatórias?
10. Preferia notas livres (texto) ou um registo estruturado (campos, listas, templates)?

E) Questões finais

Por fim, este bloco permitiu recolher contributos adicionais e identificar prioridades de melhoria no contexto atual.

11. Que melhoria considera mais urgente no panorama atual das aplicações para osteopatia?
12. Há mais algum aspeto que considere relevante e que não tenha sido abordado?

VI – DESENVOLVIMENTO

6.1. CONCEITO E ENQUANDRAMENTO DA APLICAÇÃO

O nome *OsteoNote* foi escolhido de forma a refletir diretamente o propósito central da aplicação: apoiar o trabalho do osteopata através de um sistema digital organizado, intuitivo e orientado para o registo clínico. O termo “Osteo” remete para a prática da osteopatia, enquanto que “Note” traduz a componente de anotação e documentação estruturada.

O desenvolvimento da aplicação *OsteoNote* surge da necessidade de otimizar e modernizar a gestão diária em contexto de consultório de osteopatia, proporcionando ao profissional de saúde uma ferramenta digital intuitiva, eficiente e centralizada. Tradicionalmente, os processos de registo clínico, gestão de utentes e o acompanhamento clínico são realizados de forma dispersa, recorrendo frequentemente a suporte físico ou a aplicações genéricas que não contemplam as especificidades desta área.

Neste contexto, a aplicação propõe-se como uma solução tecnológica e integrada, capaz de centralizar informação, reduzir a quantidade de lacunas existentes e melhorar a continuidade dos cuidados prestados.

A aplicação foi concebida inicialmente para dispositivos móveis, em orientação vertical, garantindo mobilidade ao profissional. Está igualmente prevista uma evolução futura para tablets, garantindo mobilidade total ao osteopata e permitindo que a gestão das consultas possa ser realizada em diferentes contextos clínicos.

A estrutura funcional da aplicação contém uma organização clara no dia a dia de um osteopata, desde a criação de novos utentes, marcação de consultas com agendamento, visualização de histórico clínico e acesso rápido à informação essencial de cada utente. Esta abordagem facilita a eficiência operacional, assim como a qualidade do acompanhamento clínico, e permite ao profissional aceder de forma imediata aos dados relevantes.

6.2. ARQUITETURA TECNOLÓGICA

Do ponto de vista tecnológico, o projeto assenta num conjunto de ferramentas que garantem escalabilidade e robustez. A aplicação foi desenvolvida com *React Native*, recorrendo ao *Expo*, permitindo uma base multiplataforma e facilitando futuras migrações para versões nativas.

A camada de *backend* (API) foi desenvolvida em *NestJS*, sendo responsável pela comunicação entre o cliente e a base de dados e pela gestão da lógica de negócio. Para armazenamento da informação clínica e administrativa foi utilizado o *SQL Server*, assegurando a robustez e integridade dos registos.

6.3. IDENTIDADE VISUAL E PROTOTIPAGEM

Esta aplicação foi desenvolvida não apenas como um produto digital, mas também como uma extensão funcional do trabalho clínico do osteopata. O design privilegia a simplicidade de utilização, reduz o tempo de interação com o dispositivo e permite que o foco permaneça no utente.

Esta visão guiou todas as decisões de desenvolvimento, desde a navegação e criação de consultas, até à integração de pesquisa rápida por contribuinte ou número de telefone. O resultado é uma ferramenta que responde às necessidades práticas do quotidiano profissional, contribuindo para uma gestão mais eficaz, organizada e profissional dos utentes e das respetivas consultas.



Figura 1 – Logótipo

O logótipo da aplicação (Figura 1) representa visualmente a identidade do *OsteoNote*. É constituído por uma forma hexagonal que envolve uma representação estilizada de uma coluna vertebral. A escolha destes elementos não é arbitrária: o hexágono transmite equilíbrio e estrutura, enquanto que a coluna simboliza o foco da osteopatia no sistema músculo-esquelético.

A paleta cromática, dominada por tons azuis sóbrios e profissionais, reforça a seriedade, confiança e fiabilidade associadas ao contexto clínico.

O logótipo foi pensado para acompanhar todas as páginas da aplicação, funcionando como elemento único em todo o ambiente digital. A sua presença discreta reforça o sentimento de

coerência visual e contribui para a construção da aplicação enquanto ferramenta especializada e focada no apoio à prática osteopática.

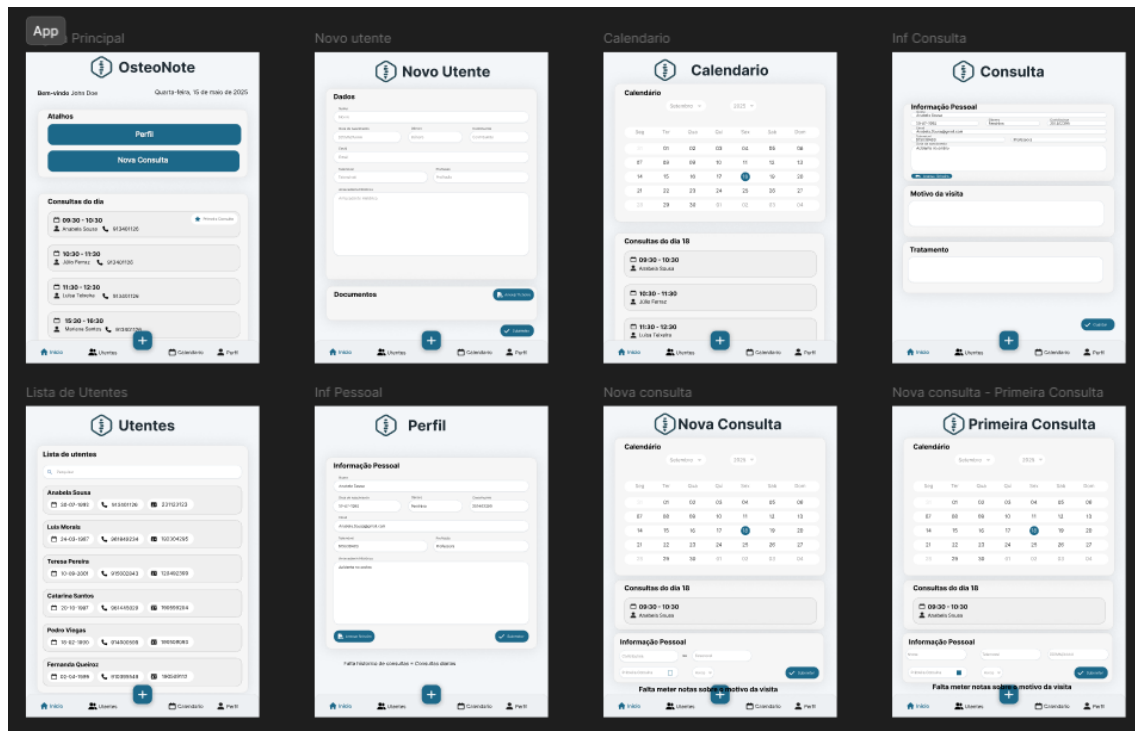


Figura 2 – Protótipo inicial da aplicação

A priori da implementação, e após o desenvolvimento do logotipo, foi desenvolvido na plataforma *FIGMA* um protótipo completo (Figura 2). Este processo permitiu estruturar todas as páginas e fluxos de navegação, funcionando como guia para o desenvolvimento.

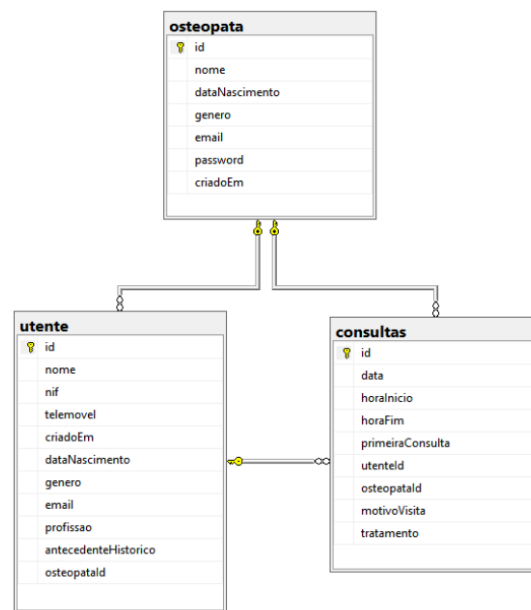


Figura 3 - Diagrama da base de dados

O diagrama da base de dados (Figura 3) apresenta uma estrutura simples, mas bem organizada, que suporta o fluxo essencial do projeto. Apesar de contar apenas com três tabelas, é possível estabelecer relações claras e eficientes entre os diferentes tipos de informação. A tabela *osteopata* assume um papel central, funcionando como o núcleo do sistema, a partir do qual se ligam as restantes entidades.

A tabela *utente* armazena os dados dos pacientes, incluindo informações pessoais e algum histórico relevante para a prática clínica. Por sua vez, a tabela *consultas* regista os atendimentos realizados, associando cada consulta tanto ao *utente* como ao respetivo *osteopata*, o que permite manter um controlo estruturado e coerente da atividade clínica.

Esta organização facilita não só o armazenamento dos dados, mas também a sua consulta e gestão, garantindo que a informação está devidamente relacionada e acessível. Ao mesmo tempo, a simplicidade do modelo contribui para uma implementação mais eficiente e para uma futura escalabilidade do sistema, caso seja necessário adicionar novas funcionalidades ou entidades.

6.4. ESTRUTURA FUNCIONAL DA APLICAÇÃO

6.4.1. AUTENTICAÇÃO E ACESSO

A aplicação foi organizada em torno das principais necessidades do cotidiano clínico de um osteopata, garantindo uma navegação clara e consistente através de uma barra inferior persistente.

Inicialmente começou por uma página em branco com a *bottom line*, que serviu de referência para todas as restantes páginas e de seguida foi desenhar cada uma com o objetivo de visualizar de forma mais clara todo o projeto.



Figura 4 - Início de Sessão

A página de Início de Sessão (Figura 4) constitui o ponto de entrada da aplicação e foi desenhada com foco na simplicidade e na clareza, apresentando um formulário simples para a introdução de email e palavra-passe. A presença do logótipo no topo reforça a identidade visual e contribui para a consistência da interface. Inclui ainda opções para recuperação de palavra-passe e criação de conta, permitindo que qualquer dificuldade de acesso seja resolvida de forma autónoma e assegurando uma navegação intuitiva e sem barreiras à utilização inicial da aplicação, respetivamente.

04:03



Criar Conta

Registo

Nome

Género

Data de Nascimento

Email

Palavra-passe

Confirmar Palavra-passe

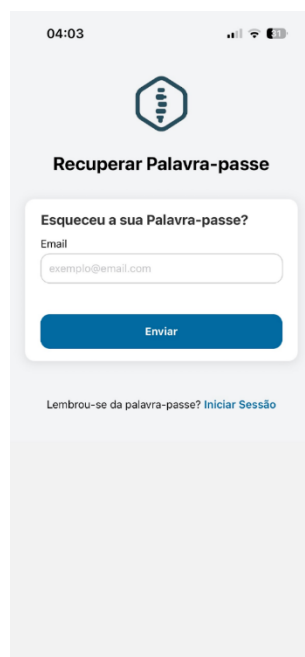
Figura 5 - Criar Conta

A página Criar Conta (Figura 5) permite a criação de um novo osteopata na plataforma. O formulário inclui os campos essenciais, como nome, género, data de nascimento, email e criação da palavra-passe. Deste modo, é garantido um processo de registo simples e funcional. Este equilíbrio entre minimalismo e rigor assegura que a recolha de dados seja suficiente para a identificação do utilizador, sem comprometer a fluidez da experiência.

Relativamente à palavra-passe, foi introduzido o método de encriptação das chaves, como forma de proteção das contas dos utilizadores. Deste modo, em caso de ataque à própria aplicação, torna-se difícil o acesso às informações gerais.

Quando termina o registo, o utilizador é remetido para o login de modo a realizar pela primeira vez o início de sessão.

6.4.2. PÁGINA PRINCIPAL E NAVEGAÇÃO



The image shows a mobile application interface for password recovery. At the top, the status bar displays the time 04:03 and battery level. Below the status bar is a hexagonal logo with a vertical bar and dots inside. The title "Recuperar Palavra-passe" is centered. A white card contains the text "Esqueceu a sua Palavra-passe?". Below this is an "Email" label and a text input field with the placeholder "exemplo@email.com". A blue button labeled "Enviar" is at the bottom of the card. Below the card, the text "Lembrou-se da palavra-passe?" is followed by a blue link "Iniciar Sessão".

Figura 6 - Recuperar Palavra-Passe

A página Recuperar Palavra-Passe (Figura 6) é necessária para permitir ao osteopata restabelecer o acesso à conta de forma prática, através do email associado ao registo. É enviado, posteriormente, um email que permite a definição de uma nova palavra-passe. Esta abordagem reduz a complexidade e evita sobrecarga de informação num momento em que o utilizador procura uma solução imediata.

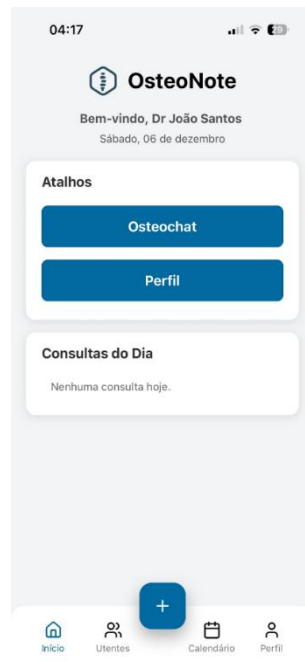


Figura 7 - Página Principal

Após autenticação, o utilizador acede à página principal do *OsteoNote* (Figura 7), que funciona como o centro de navegação e ponto de partida para todas as funcionalidades essenciais do sistema. Esta apresenta uma mensagem personalizada que reforça a identidade profissional e contribui para uma experiência mais próxima e contextualizada. São também apresentados neste ecrã os atalhos principais, nomeadamente o acesso rápido a um chat com inteligência artificial (*OsteoChat*) e ao perfil do utilizador. Estes atalhos foram incluídos nesta secção com o objetivo de facilitar o acesso imediato às funcionalidades mais utilizadas no quotidiano clínico, reduzindo a necessidade de percorrer menus adicionais.

A página integra ainda um painel de “Consultas do Dia”, onde são listadas, de forma sintetizada, as consultas agendadas para a data atual. Esta secção proporciona uma visão rápida da agenda diária, permitindo ao osteopata organizar o seu tempo com maior eficiência. Na ausência de marcações, é apresentada uma mensagem informativa, preservando a coerência visual e evitando espaços vazios na interface.

Existe ainda um elemento central para a navegação dentro da aplicação, na barra inferior de navegação (*bottom navigation bar*), composta por quatro ícones: Início, Utentes, Calendário e Perfil, além de um botão central de ação rápida representado por um símbolo de “+”. Esta barra mantém-se visível em todas as páginas principais, garantindo consistência e facilitando o acesso às áreas fundamentais.

De modo a tornar a interface do utilizador mais apelativa, quando uma determinada secção está seleccionada, o respetivo ícone é destacado a azul, transmitindo de forma imediata qual o módulo que está a ser atualmente ativo. Os restantes ícones permanecem a preto, criando um contraste claro que auxilia na orientação dentro da aplicação. Esta abordagem segue boas práticas de design da interface do utilizador, assegurando que a navegação seja intuitiva, previsível e visualmente agradável.

Sintetizando, a página principal cumpre a função de oferecer ao utilizador uma visão geral e organizada das funcionalidades mais relevantes, enquanto estabelece uma estrutura de navegação clara e eficiente para todo o ambiente da aplicação.

6.4.3. GESTÃO DE UTENTES

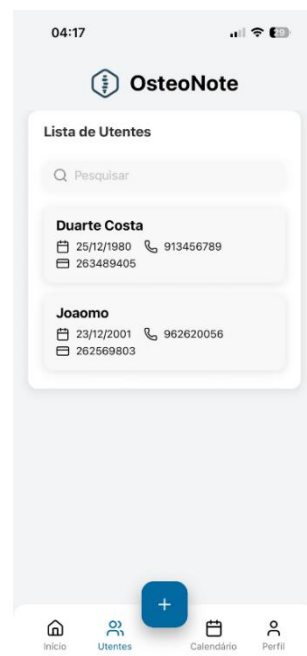


Figura 8 - Lista de Utentes

A página de Utentes (Figura 8) tem como função central disponibilizar ao osteopata uma visão organizada e acessível da sua base de utentes. Estruturada de forma clara e minimalista, esta secção apresenta, no topo, um campo de pesquisa que permite filtrar rapidamente a lista de utentes, recorrendo a critérios como nome, número de contribuinte, ou até mesmo número de telefone. Esta funcionalidade foi integrada para otimizar a navegação em contextos de elevada carga de trabalho, garantindo que a informação relevante é encontrada com rapidez e precisão.

Cada utente tem um cartão individual associado, contendo elementos essenciais para identificação imediata: além do nome, constam ainda a data de nascimento, contacto telefónico e número de

contribuinte. Estes dados, representados através de ícones ilustrativos, permitem uma leitura visual rápida e eficiente, reduzindo a necessidade de navegação adicional. A disposição dos cartões segue uma lógica limpa e hierárquica, priorizando o nome do utente e organizando os restantes dados de forma alinhada e coerente.

Tal como no restante ambiente da aplicação, a barra de navegação inferior mantém-se presente, com o ícone correspondente à secção de Utentes destacado a azul, reforçando a percepção de localização dentro da aplicação.

Com isto, a página de Utentes foi concebida para garantir eficiência, clareza e acessibilidade, e consegue oferecer ao osteopata um modo estruturado de gerir os seus utentes e aceder rapidamente à informação essencial necessária no contexto clínico diário.

6.4.4. CALENDÁRIO E CONSULTAS DO DIA

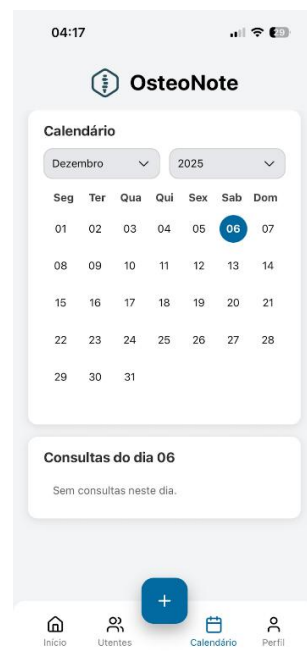


Figura 9 – Calendário

A página de Calendário (Figura 9) foi desenvolvida com o objetivo de proporcionar ao osteopata uma visão estruturada da sua agenda mensal. No topo, o utilizador pode seleccionar o mês e o ano através de menus suspensos, permitindo navegar de forma mais rápida e eficiente entre os diferentes períodos temporais. Esta flexibilidade facilita o planeamento antecipado e a consulta de marcações futuras, algo essencial na gestão de um consultório.

O calendário é apresentado numa grelha mensal simples e intuitiva, onde cada dia surge representado através de um número, mantendo uma disposição semelhante à de um calendário tradicional. Quando um dia é selecionado, este é destacado a azul, reforçando visualmente a interação e ajudando o utilizador a identificar de forma clara a data ativa. Todos os restantes dias permanecem iguais, garantindo contraste e mantendo a coerência com o esquema visual já estabelecido na aplicação.

Abaixo do calendário encontra-se o painel “Consultas do dia”, que apresenta todas as consultas agendadas para o dia selecionado. Cada consulta surge organizada num cartão que contém informação essencial, como o horário, o nome do utente e o respetivo contacto telefónico, possibilitando ao osteopata uma leitura rápida e eficiente da agenda. Na ausência de consultas, é mostrada uma mensagem informativa, mantendo a interface limpa e evitando ambiguidades.

A página de Calendário oferece uma ferramenta clara, organizada e funcional, essencial para o planeamento diário e mensal do osteopata, permitindo gerir compromissos de forma eficiente e intuitiva.

6.4.6. PERFIL DO UTILIZADOR

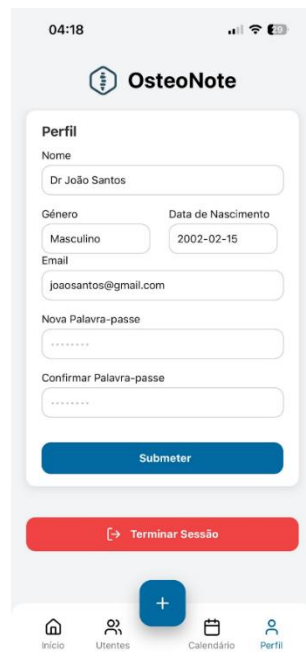
A screenshot of a mobile application interface titled "OsteoNote". The screen displays a "Perfil" (Profile) form. At the top, the status bar shows the time "04:18" and signal icons. The app's logo, a hexagon with a vertical line, is next to the name "OsteoNote". The form fields include: "Nome" with the value "Dr. João Santos"; "Género" with a dropdown menu showing "Masculino"; "Data de Nascimento" with the value "2002-02-15"; "Email" with the value "joaosantos@gmail.com"; "Nova Palavra-passe" and "Confirmar Palavra-passe" fields, both containing masked text (dots). Below the form is a blue "Submeter" button. At the bottom of the form area is a red button with a right arrow icon and the text "Terminar Sessão". The bottom navigation bar contains four icons: a house for "Início", a group of people for "Utentes", a plus sign in a blue circle, and a person icon for "Perfil".

Figura 10 - Perfil Osteopata

A página de Perfil do Osteopata (Figura 10) foi pensada para centralizar e organizar toda a informação pessoal e profissional do utilizador responsável pela gestão das consultas na

aplicação. Esta secção apresenta um conjunto de campos editáveis que permitem atualizar dados como género, email, palavra-passe e ainda data de nascimento. A disponibilização destes campos foi pensada num formato simples e direto que garante ao osteopata uma manutenção direta do seu perfil, assegurando a precisão da informação armazenada na aplicação.

A página inclui dois botões, um deles “Submeter”, para guardar alguma alteração que tenha sido feita, e “Terminar Sessão”, caso o osteopata decida sair da sessão atual.

6.4.7. AÇÕES RÁPIDAS

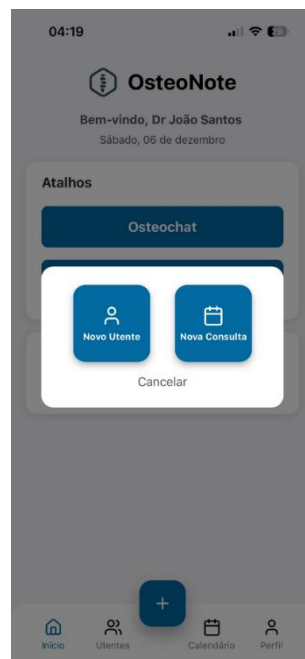


Figura 11 - Pop Up

O botão central “+”, sempre presente na barra de navegação, funciona como um atalho de ação rápida que permite ao osteopata criar um novo utente ou agendar uma nova consulta (Figura 11). Ao clicar neste botão, aparece um menu sobreposto ao ecrã para escolher uma destas opções. Estes botões foram escolhidos como forma de reduzir o número de passos necessários para realizar estas tarefas essenciais, tornando a utilização mais eficiente.

O design do menu é simples e os ícones facilitam a utilidade de cada um. Caso o utilizador não deseje prosseguir com nenhuma das opções, tem um botão de Cancelar, que fecha o menu e retorna ao ecrã anterior sem interrupções.

The screenshot displays the 'Novo Utente' registration screen in the OsteoNote app. At the top, the status bar shows the time as 04:19 and signal indicators. Below the app header, the form contains the following fields: 'Nome' (Name), 'Género' (Gender) with a dropdown menu, 'Contribuinte' (Contributor) and 'Data de nascimento' (Date of birth) with a date picker, 'Email', 'Telemóvel' (Mobile phone) and 'Profissão' (Profession) with dropdown menus, and 'Antecedente Histórico' (Medical history) with a text area. A blue 'Submeter' button is positioned below the form. The bottom navigation bar includes icons for 'Início' (Home), 'Utentes' (Users), a central '+' button, 'Calendário' (Calendar), and 'Perfil' (Profile).

Figura 12 - Novo Utente

A página Novo Utente (Figura 12) foi criada para facilitar ao osteopata registar um novo utente. O formulário apresenta um conjunto de campos desde o nome, género, número de contribuinte, data de nascimento, email, contacto telefónico e profissão. Estes elementos mantêm um registo idêntico ao do osteopata com algumas alterações para fornecer informações mais relevantes dos utentes, sendo considerados dados indispensáveis tanto para fins administrativos como clínicos. Para além disso, existe um campo “Antecedente Histórico”, no qual o osteopata pode registar as informações clínicas que possam influenciar futuras avaliações ou tratamentos.

De reforçar que antes de ser criado o utente é apresentado as políticas de privacidade do qual é obrigatório ser aceite por cada utente, como forma de garantir que é permitido reter as informações pessoais, assim como pode ser eliminado caso seja pedido ao osteopata.

Esta página foi desenhada de forma idêntica ao perfil do osteopata, com os campos devidamente separados e organizados. No final do formulário, existe um botão “Submeter”, através do qual os dados são guardados na base de dados. Deste modo todo esse processo assegura uma página de registo rápido, organizada e acessível, contribuindo assim para uma gestão eficiente da informação e para a continuidade do acompanhamento clínico no ambiente digital do *OsteoNote*.

OsteoNote

Género
Feminino

Email
Renover@gmail.com

Telemóvel
964578154

Profissão
Remover

Antecedente Histórico
Antecedente Histórico

Submeter

Remover Utente

Histórico de Consultas

20-07-2025

Remover utente 964578154

Inicio Utentes Calendário Perfil

Figura 13 - Perfil do Utente

Após a criação do utente, ao clicar no perfil do utente é redirecionado para a figura acima (Figura 13) e permite ao osteopata aceder a uma visão detalhada e completa sobre o utente seleccionado. Nesta secção, são apresentados os mesmos dados anteriormente mencionados. A leitura dos campos mantém-se no mesmo registo da página anterior e permite ao profissional compreender rapidamente o contexto clínico e pessoal do utente. Esta página tem um grande impacto na aplicação em geral pois permite um acompanhamento contínuo, uma vez que oferece ao osteopata uma base de informação essencial para garantir a continuidade do utente.

Além da visualização, o perfil do utente permite também ser editado e/ou atualizado. Paralelamente, é disponibilizada a opção “Remover Utente”, marcada a vermelho caso o osteopata pretenda eliminar aquele utente da base de dados e consequentemente, do sistema. Esta funcionalidade possibilita ao osteopata gerir a sua base de utentes, removendo registos obsoletos ou incorretos.

No final da página existe o Histórico de Consultas, que apresenta uma lista cronológica de todas as consultas realizadas com aquele utente. Cada consulta contém a data, o nome do utente e o contacto relevante, e desta forma permite que o osteopata consiga compreender melhor o percurso clínico do utente. Esta secção contribui para uma análise mais completa do estado do utente ao longo do tempo.

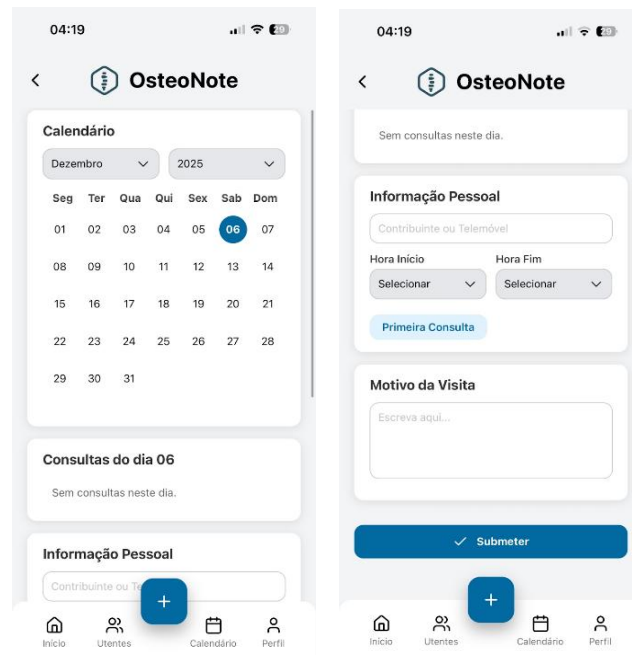


Figura 14 - Nova Consulta

A página Nova Consulta (Figura 14) foi desenvolvida para permitir ao osteopata agendar de forma organizada uma nova marcação clínica. A estrutura da página contém um calendário idêntico ao da página Calendário, e permite ao profissional seleccionar o dia pretendido para a consulta. Após a escolha da data, são automaticamente apresentadas as consultas já agendadas para esse dia, o que torna um ambiente mais limpo, evitando sobreposições horárias.

Na secção seguinte, intitulada de “Informação Pessoal”, o osteopata pode identificar o utente através da introdução do número de contribuinte ou telemóvel. Esta funcionalidade, sendo de pesquisa automática, procura na base de dados pelo utente já existente, facilitando todo o funcionamento da aplicação e ainda elimina a necessidade de preencher novamente as informações como o nome, o contacto ou a data de nascimento. Minimiza também erros administrativos caso o osteopata se engane a digitar um número, e desta forma permite uma consulta mais eficaz ao tratamento do utente.

Em seguida, o utilizador selecciona a hora de início e fim da consulta e caso seja um novo utente, existe sempre a opção da “Primeira Consulta”, que redireciona o osteopata para um formulário específico e permite inserir novos campos.

A funcionalidade “Primeira Consulta” existe para assinalar, que se trata da primeira vez que um novo utente é atendido pelo osteopata. Ao seleccionar esta opção, a aplicação abre um formulário específico onde são recolhidas informações iniciais essenciais, como nome, data de nascimento e

contacto telefónico. Estes dados permitem que o osteopata, ao ver quais as consultas que tem para o dia, sobressaia à vista um novo utente.

O objetivo desta funcionalidade passa também por garantir que o osteopata consiga ter um conjunto mínimo de informações antes da realização da primeira consulta. Posteriormente, após a consulta, o profissional pode completar o registo formal do utente através da criação de um novo perfil.

Desta forma, a opção “Primeira Consulta” funciona como uma etapa preliminar e simplificada, assegura um processo prático, sem comprometer a organização da base de dados em si.

Por fim, a página inclui um campo “Motivo da Visita”, do qual o osteopata consegue registar a razão pela qual o utente carece daquela consulta, contribuindo assim, para um acompanhamento clínico mais estruturado. A submissão da nova consulta é efetuada através de um botão destacado no final da página, que guarda todas as informações e adiciona a marcação ao calendário geral.

Com isto, a página de Nova Consulta oferece um processo muito eficiente, intuitivo e totalmente integrado com a base de dados de utentes, facilitando o trabalho diário do osteopata e assegurando um registo organizado das atividades clínicas.

6.5. OSTEOCHAT: INTEGRAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

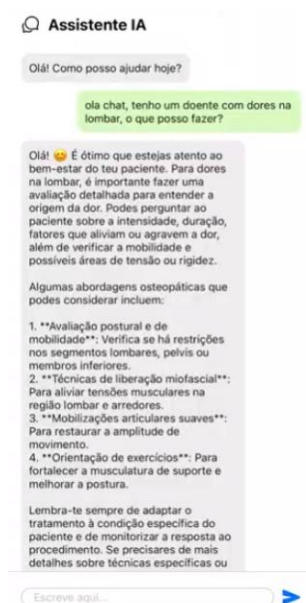


Figura 15 - OsteoChat

O *OsteoChat* (Figura 15) constitui um dos componentes inovadores do *OsteoNote*, funciona como um *chatbot* integrado com capacidades de inteligência artificial da *OpenAI*, especificamente

orientado para apoiar o osteopata em questões relacionadas com saúde, bem-estar e prática osteopática. Este assistente virtual foi desenvolvido para fornecer respostas informativas e contextualizadas, sempre dentro do âmbito da osteopatia e das áreas de conhecimento diretamente associadas, como dor musculoesquelética, mobilidade, técnicas manuais ou recomendações gerais de cuidado.

A interação com o *OsteoChat*, permite ao osteopata colocar questões clínicas ou operacionais, receber sugestões baseadas em boas práticas e princípios osteopáticos, entre outros. O objetivo deste módulo não é substituir o raciocínio clínico do profissional, mas sim oferecer uma ferramenta de apoio que facilite a reflexão, ajude a esclarecer dúvidas frequentes e contribua para um atendimento mais fundamentado.

Importa referir que o chatbot foi programado com limites claros, de forma a garantir segurança e precisão da informação partilhada. Quando existe alguma questão que sai do domínio da saúde ou da osteopatia, o *OsteoChat* informa o utilizador de que não possui conhecimento suficiente para responder. Esta salvaguarda evita respostas especulativas e preserva a fiabilidade do assistente, reforçando a sua função como recurso especializado e responsável.

Para isto ser possível, foi necessário criar um agente na plataforma e foi descrito um *prompt*:

“Tu és um assistente de um osteopata. O teu objetivo é auxiliar um osteopata a conseguir informações mais detalhadas e relevantes.

Comunica de forma amigável e acolhedora, cria uma conversa fluida e natural com o utilizador, que neste caso é um osteopata. Podes usar emojis para tornar a conversa mais acolhedora.

Sempre que houver alguma coisa que não seja sobre o tema de osteopatia ou saúde, diz que não é a tua área e não o podes ajudar. Quero que sejas unicamente especialista em osteopatia. Menciona que pode haver erros nas mensagens que transmites, isto é muito importante para que não exista aconselhamento potencialmente incorreto”.

No conjunto, o *OsteoChat* acrescenta um elemento moderno e eficiente à aplicação *OsteoNote*, oferecendo ao osteopata um apoio imediato e contextualizado, enquanto mantém critérios rigorosos em relação à segurança da informação.

6.6. RELAÇÃO ENTRE O ESTADO DA ARTE E O DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO

O desenvolvimento do *OsteoNote* foi fortemente orientado pelas lacunas identificadas no estado da arte. Em particular, a inexistência de soluções especializadas para osteopatia [8] e as dificuldades associadas à fragmentação e falta de padronização dos registos clínicos [9] motivaram a criação de uma aplicação integrada e centrada no utilizador.

Ao nível tecnológico, a escolha de uma arquitetura moderna e escalável encontra suporte na literatura [23], assegurando a sustentabilidade da solução, enquanto as preocupações com segurança e proteção de dados refletem as exigências atuais no contexto da saúde digital [25].

A aposta numa aplicação móvel está alinhada com a crescente adoção de soluções mHealth [24], permitindo maior flexibilidade e acessibilidade em contexto clínico. Paralelamente, o design da interface seguiu princípios de usabilidade e design centrado no utilizador [13][17], reforçados pela utilização de prototipagem prévia [15].

Funcionalidades como o histórico clínico estruturado [85], a automação de tarefas administrativas [16] e a pesquisa eficiente de informação [9] foram integradas com o objetivo de melhorar a eficiência e qualidade do acompanhamento clínico.

Por fim, a inclusão de um módulo de inteligência artificial, sob a forma do *OsteoChat*, reflete as tendências emergentes na utilização de sistemas de apoio à decisão [24], mantendo, contudo, limites claros que garantem a segurança e fiabilidade da informação [25].

VII - RESULTADOS E AVALIAÇÃO

Após a fase de desenvolvimento, foi realizada uma abordagem prática com o osteopata previamente entrevistado, com o objetivo de avaliar a usabilidade, o alinhamento funcional e o potencial impacto clínico da aplicação. Esta sessão permitiu recolher *feedback* direto e qualitativo do profissional, oferecendo uma perspetiva aplicada sobre a eficácia da solução proposta.

O osteopata destacou, de forma bastante positiva, o estilo moderno e intuitivo da aplicação, referindo que o design apresenta uma estética limpa, atual e profissional, transmitindo maturidade tecnológica e facilidade de navegação. Sublinhou que a interface “está exatamente de acordo com o que idealizava” para um software clínico orientado à prática osteopática, salientando ainda a coerência entre as funcionalidades e o fluxo real de trabalho em contexto de consulta. Considerou que a organização da informação é clara, racional e significativamente superior às soluções anteriormente utilizadas, frequentemente dispersas por diferentes plataformas. Segundo o seu testemunho, o *OsteoNote* “consegue juntar tudo o que outras aplicações fazem, mas de forma mais acessível, integrada e visualmente apelativa”.

Um dos elementos mais valorizados foi o *OsteoChat*, funcionalidade descrita como “um recurso diferenciador”, capaz de aumentar a eficiência na preparação e registo clínico, além de representar um apoio inteligente no processo de decisão. Foi igualmente destacado o potencial evolutivo desta ferramenta, reforçando o seu impacto na prática clínica diária.

No que diz respeito a melhorias futuras, foram identificadas duas sugestões principais. A primeira relaciona-se com a integração de um modelo corporal tridimensional (3D), que permita ilustrar estruturas anatómicas, procedimentos realizados e objetivos terapêuticos durante a consulta. A segunda prende-se com a implementação de um sistema automático de lembretes de consulta, permitindo ao utente confirmar ou desmarcar sessões, contribuindo para uma melhor gestão da agenda e experiência do utilizador.

De forma geral, a aplicação foi avaliada como “muito bem conseguida”, sendo reconhecida como uma solução alinhada com as necessidades reais da prática osteopática. Os aspetos identificados como melhorias representam potenciais evoluções e não limitações estruturais da solução.

Relativamente aos testes exploratórios realizados com profissionais de saúde não pertencentes à osteopatia, registou-se uma aceitação igualmente positiva. Participaram dez profissionais de diferentes áreas clínicas, tendo sido obtido um nível médio de satisfação de 9,8 em 10, com cerca de 80% dos participantes a atribuir classificação máxima e os restantes 20% uma avaliação de 9 em 10.

No que diz respeito à execução de tarefas, não foram registados erros durante os testes, correspondendo a uma taxa de erro de 0%. Embora as tarefas tenham sido simplificadas, estavam alinhadas com o contexto real de utilização, evidenciando elevada facilidade de uso e uma interface clara e intuitiva, mesmo para utilizadores sem formação específica em osteopatia.

Todos os participantes indicaram que utilizariam a aplicação no seu contexto profissional, caso esta fosse adaptada às suas áreas clínicas. Este resultado evidencia um elevado grau de aceitação e reforça o potencial de aplicabilidade transversal da solução.

A análise qualitativa das respostas revelou temas comuns ao *feedback* do osteopata, nomeadamente a simplicidade da interface, o design apelativo, a organização da informação clínica e a presença de inteligência artificial como elemento diferenciador. No geral, os participantes destacaram a clareza da navegação, a ausência de sobrecarga de informação e a utilidade prática da aplicação na gestão de utentes e consultas.

Estes resultados reforçam que a aplicação é adequada ao contexto da osteopatia, mas também apresenta potencial de expansão para outras áreas clínicas, validando as decisões de design e arquitetura funcional adotadas.

7.1. CONCLUSÕES PRINCIPAIS

Os resultados obtidos ao longo da avaliação da aplicação *OsteoNote* permitem retirar conclusões claras relativamente ao cumprimento dos objetivos definidos e à resposta às questões de investigação (RQ1, RQ2 e RQ3), bem como à validação das hipóteses formuladas (H1, H2 e H3).

No que diz respeito à Questão de Investigação 1 (RQ1), *até que ponto uma aplicação móvel dedicada pode melhorar a organização e eficiência do registo clínico na prática osteopática*. Os resultados demonstram que a centralização das funcionalidades numa única plataforma contribui significativamente para reduzir a fragmentação da informação clínica e otimizar os processos de registo. O *feedback* recolhido junto do osteopata evidenciou uma melhoria percecionada na organização dos dados, bem como uma redução da necessidade de recorrer a múltiplas ferramentas. Desta forma, verifica-se que a solução desenvolvida responde eficazmente à problemática identificada, permitindo validar a hipótese H1, segundo a qual a aplicação contribui para uma melhor organização do registo clínico.

Relativamente à Questão de Investigação 2 (RQ2), *se uma interface móvel centrada no utilizador contribui para uma utilização mais intuitiva e eficiente na gestão de utentes e consultas*. Os resultados dos testes exploratórios com profissionais de saúde indicam um elevado nível de

usabilidade da aplicação. A elevada taxa de sucesso na execução das tarefas propostas, aliada à ausência de erros e aos níveis elevados de satisfação reportados, demonstram que a interface é intuitiva, clara e acessível, mesmo para utilizadores sem formação específica em osteopatia. Estes resultados confirmam que a abordagem de design centrado no utilizador foi eficaz, validando assim a hipótese H2, que pressupunha uma perceção positiva da interface em termos de usabilidade e eficiência.

No que concerne à Questão de Investigação 3 (RQ3), *se a integração de um módulo de inteligência artificial é percecionada como uma ferramenta útil de apoio à prática clínica, sem comprometer o julgamento profissional*. Os resultados indicam que o módulo *OsteoChat* foi claramente reconhecido como um recurso diferenciador e útil no apoio à prática clínica. O *feedback* do osteopata destacou a sua utilidade na organização da informação e no suporte à decisão, sem qualquer evidência de interferência no julgamento clínico. Esta perceção foi consistente com os resultados obtidos junto dos restantes profissionais de saúde, reforçando a aceitação da inteligência artificial como ferramenta complementar. Assim, é possível validar a hipótese H3, confirmando que a integração de IA, quando devidamente enquadrada, é percecionada como benéfica e segura no contexto clínico.

Em síntese, os resultados obtidos permitem concluir que a aplicação *OsteoNote* responde de forma eficaz às três questões de investigação definidas, validando as respetivas hipóteses e demonstrando que a solução desenvolvida contribui para a melhoria da organização clínica, para a usabilidade da interface e para a integração responsável de inteligência artificial na prática osteopática.

7.2. CONTRIBUTOS DO TRABALHO

O principal contributo deste trabalho consiste no desenvolvimento e validação preliminar de uma aplicação móvel especificamente orientada para a prática osteopática, integrando gestão clínica, registo estruturado e apoio à decisão através de inteligência artificial.

Ao contrário da maioria das soluções existentes, frequentemente genéricas ou fragmentadas, o *OsteoNote* propõe uma abordagem integrada, concebida a partir das necessidades reais identificadas junto de profissionais da área. Este alinhamento com o contexto clínico constitui um contributo relevante para o domínio da saúde digital.

Outro contributo importante prende-se com a introdução de um módulo de inteligência artificial (*OsteoChat*) num contexto osteopático, respeitando princípios éticos e regulatórios. A solução

adotada privilegia o apoio à decisão em vez da substituição do profissional, alinhando-se com as recomendações atuais sobre a utilização de IA na saúde.

Adicionalmente, a aplicação de princípios de design centrado no utilizador e a validação através de testes com profissionais de saúde reforçam a importância de abordagens multidisciplinares no desenvolvimento de soluções digitais na saúde.

Por fim, este trabalho contribui para o estado da arte ao propor uma solução prática, validada de forma exploratória, que demonstra o potencial de ferramentas digitais especializadas na melhoria da prática clínica osteopática.

7.3. LIMITAÇÕES

Apesar dos resultados positivos obtidos, este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados.

A principal limitação prende-se com o número reduzido de osteopatas envolvidos na avaliação, tendo participado apenas um profissional em contexto clínico. Esta restrição, condicionada por fatores de disponibilidade e acesso, limita a generalização dos resultados e não permite capturar a diversidade de práticas existentes na osteopatia.

Adicionalmente, embora tenham participado dez profissionais de saúde de outras áreas, o número total de participantes na avaliação de usabilidade continua relativamente reduzido, o que limita a robustez estatística dos resultados. Um maior número de participantes permitiria obter conclusões mais abrangentes e representativas.

Outra limitação está relacionada com a natureza exploratória da avaliação, baseada essencialmente em *feedback* qualitativo, não tendo sido aplicados instrumentos padronizados de usabilidade, como escalas quantitativas validadas.

Estas limitações devem ser consideradas como oportunidades de melhoria para trabalhos futuros, permitindo aprofundar a validação da solução desenvolvida.

7.4. TRABALHOS FUTUROS

Apesar dos resultados positivos obtidos, existem várias oportunidades de evolução da aplicação, tanto a nível funcional como tecnológico.

Uma das principais melhorias propostas consiste na integração de um modelo anatómico tridimensional (3D), que permita representar visualmente estruturas do corpo humano durante a consulta. Esta funcionalidade poderia melhorar a comunicação com o utente, facilitar a compreensão do tratamento e reforçar a componente pedagógica da prática clínica.

Outra evolução relevante prende-se com a implementação de um sistema automático de lembretes de consulta, permitindo otimizar a gestão da agenda e reduzir faltas, ao mesmo tempo que melhora a experiência do utente.

No âmbito da inteligência artificial, o *OsteoChat* pode ser expandido através de mecanismos de personalização baseados no histórico clínico e no perfil do utilizador, bem como pela integração de modelos mais avançados de apoio à decisão clínica.

Adicionalmente, recomenda-se a realização de estudos futuros com um maior número de osteopatas, abrangendo diferentes contextos clínicos e níveis de experiência, de forma a obter uma validação mais robusta da aplicação.

Sugere-se igualmente a aplicação de instrumentos padronizados de avaliação de usabilidade, como SUS ou UEQ, permitindo uma análise quantitativa mais rigorosa.

Por fim, a expansão da aplicação para outras áreas da saúde poderá ser explorada, tornando a solução mais transversal e adaptável a diferentes contextos clínicos, sem comprometer o seu foco principal na osteopatia.

Em síntese, o *OsteoNote* constitui uma base sólida com elevado potencial de crescimento, podendo evoluir para uma plataforma digital mais completa e integrada no ecossistema da saúde digital.

7.5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento da aplicação *OsteoNote*, uma solução digital concebida para apoiar um osteopata na gestão de informação dos utentes, no registo clínico estruturado, no agendamento de consultas e na organização da informação terapêutica, integrada com a ferramenta *OsteoChat*, implementada com inteligência artificial. Foi possível encontrar algumas lacunas relevantes nas soluções existentes e traduzi-las num sistema digital funcional e alinhado com a realidade clínica.

As questões de investigação implementadas conduziram a revisão da literatura da qual permitiu enquadrar e compreender a saúde digital, apresentando o papel fundamental que as aplicações informáticas têm no quotidiano dos profissionais de saúde. Paralelamente, destacou-se a escassez de software clínico, assim como a necessidade de integrar estas tecnologias de forma ética e segura, seguindo os regulamentos em vigor, nomeadamente o RGPD.

Do ponto de vista metodológico, a combinação de um estudo de mercado com uma entrevista semiestruturada a um osteopata em exercício clínico agrupada com as entrevistas aos profissionais de saúde fora da área da osteopatia, revelou-se adequada para compreender as limitações e preocupações apresentadas pelo mesmo e, deste modo, definir requisitos funcionais relevantes. Esta abordagem permitiu garantir o desenvolvimento da aplicação em si, de forma mais orientada face às necessidades reais.

O desenvolvimento da aplicação incidiu numa plataforma móvel com uma estrutura clara, centrada na usabilidade e organização da informação clínica. Acredita-se que as funcionalidades implementadas permitiram centralizar os dados que anteriormente se encontravam dispersos e reduzir a duplicação de tarefas administrativas, o que promove uma gestão mais eficiente do tempo do osteopata. O módulo *OsteoChat*, integrado como ferramenta de apoio, destacou-se como um elemento inovador, concebido para auxiliar o profissional de saúde na decisão clínica.

A avaliação qualitativa do osteopata confirmou a necessidade de inovações tecnológicas e com o feedback recolhido, entendeu-se uma perceção positiva face à usabilidade, ao design e ao alinhamento funcional da aplicação. Foram identificadas algumas sugestões de melhorias, nomeadamente a integração de modelos anatómicos tridimensionais e sistemas automáticos de lembretes de consulta, que reforçaram o potencial de crescimento da aplicação enquanto plataforma digital especializada.

Com o *feedback* de todos os participantes fora da área de osteopatia, reafirmou os aspetos positivos que o osteopata mencionou e aproximou a ideia de adaptar a aplicação para outras áreas da saúde, sendo um tópico muito importante e promove uma continuação da aplicação. Além

deste ponto, a discussão sobre as hipóteses enquadradas, permitiu uma análise mais aprofundada sobre a matéria envolvida.

Em síntese, este trabalho acredita-se demonstrar a possibilidade de desenvolver uma aplicação digital adaptada à prática osteopática, capaz de responder às necessidades clínicas e administrativas do profissional, ou seja, é possível analisar os requisitos impostos e transformar uma aplicação, numa ajuda para o trabalho do próximo. O *OsteoNote* pode contribuir para a modernização da osteopatia e auxílio médico. Embora existam sempre pontos de melhoria, é gratificante compreender o impacto que uma tecnologia tem na vida de todos que a rodeiam. Por fim, foi notório a constante evolução sobre este tema e o aprofundamento da mesma.

VIII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] World Health Organization, *Global Strategy on Digital Health 2020-2025*, Genebra, 2021.
- [2] G. Donelan et al., “How Telemedicine Is Improving Patient Outcomes and Expanding Access in Chronic Disease Management,” *PMC*, recente publicação.
- [3] P. Wootton et al., “The State of Telehealth Before and After the COVID-19 Pandemic,” *PMC*, 2023.
- [4] “Telemedicine, e-Health, and Digital Health Equity: A Scoping Review,” *PMC*, aborda desigualdades e desafios futuros
- [5] A. Singh Jat, T.-M. Grønli, “Harnessing the Digital Revolution: A Comprehensive Review of mHealth Applications for Remote Monitoring in Transforming Healthcare Delivery,” *arXiv*, 2024.
- [6] C. Mastronardo, A. Cerritelli, and L. Esteves, “Digital health technologies for osteopaths and allied healthcare service providers: A narrative review,” *Int. J. Osteopath. Med.*, vol. 40, pp. 29–36, 2021.
- [7] P. J. Orrock and C. B. Grace, “Manual therapy and its evolving role in musculoskeletal healthcare,” *Musculoskeletal Science and Practice*, vol. 58, 102529, 2022.
- [8] C. Mastronardo, A. Cerritelli, and L. Esteves, “Digital health technologies for osteopaths and allied healthcare service providers: A narrative review,” *International Journal of Osteopathic Medicine*, vol. 40, pp. 29–36, 2021.
- [9] J. Cottrell and E. Russell, “Digital data collection in manual therapy research: Challenges and opportunities,” *Manual Therapy*, vol. 61, Art. no. 102677, 2022.
- [10] X. Li, Y. Zhang, and J. Chen, “AI-Based Motion Analysis in Physical Rehabilitation: Current Applications and Future Directions,” *Sensors*, vol. 23, no. 3, 2023.
- [11] A. Bokolo, “Application of telemedicine and eHealth technology for clinical services in response to COVID-19 pandemic,” *Health and Technology*, vol. 11, pp. 359–366, 2021.
- [12] R. Howard and S. Stokes, “Digital transformation in manual therapy professions: Barriers and opportunities,” *Physiotherapy Theory and Practice*, 2023.
- [13] H. Mhadhbi *et al.*, “Osteopathy educators’ and researchers’ perspectives on artificial intelligence in academia: A cross-sectional study,” 2025.

- [14] L. Tenforde *et al.*, “Adoption of digital health tools in musculoskeletal care: A scoping review,” *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, vol. 32, pp. 267–281, 2021.
- [15] A. Regnier, “Digital literacy in osteopathic education: Gaps and future directions,” *Journal of Osteopathic Medicine*, vol. 122, pp. 451–459, 2022.
- [16] K. Birt *et al.*, “Integrating e-learning and simulation in health education: A systematic review,” *Nurse Education Today*, vol. 108, Art. no. 105220, 2022.
- [17] A. Moro, Z. Štromberga, A. Raikos, and A. Stirling, “The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences education,” *Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol. 1237, pp. 89–101, 2020.
- [18] R. Gupta, N. Tanwar, S. Tyagi, and N. Kumar, “Internet of Medical Things (IoMT): Architecture, Applications, and Security,” *Journal of Medical Systems*, vol. 45, no. 7, pp. 1–28, 2021.
- [19] A. Singh and H. Chandna, “IoMT-Based Smart Healthcare System: Recent Advances and Challenges,” *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 10, no. 5, pp. 3942–3953, 2023.
- [20] Y. Lin, *et al.*, “Applications of Wearable Sensors in Upper Extremity Musculoskeletal Conditions,” *J. NeuroEngineering Rehabil.*, 2023. [Online]
- [21] E. Mandel, J. Mandl, and I. Kohane, “FHIR: An Interoperability Standard for Electronic Health Records,” *New England Journal of Medicine*, vol. 385, no. 9, pp. 868–871, 2021.
- [22] B. Martínez-Pérez, M. de la Torre-Díez, and I. López-Coronado, “Mobile Health Applications for the Most Prevalent Conditions: An Analysis of Characteristics and Functionality,” *JMIR mHealth and uHealth*, vol. 7, no. 2, e10741, 2022.
- [23] A. J. Alharthi, “Phishing susceptibility among healthcare workers: A systematic review,” *Healthcare*, vol. 12, no. 1, 2024.
- [24] A. Chouhan and J. Singh, “Digital literacy and cybersecurity vulnerability among older adults,” *Ageing & Society*, vol. 44, pp. 1120–1138, 2024.
- [25] M. Guma and M. Mijwil, “Cybersecurity for sustainable smart healthcare: A taxonomy of IoMT attacks,” *Research*, vol. 7, 2024.

- [26] E. Mandel, J. Mandl, and I. Kohane, “SMART on FHIR: A standards-based, interoperable apps platform for electronic health records,” *New England Journal of Medicine*, vol. 385, no. 9, pp. 868–871, 2021.
- [27] K. Barik, S. Misra, and S. Chockalingam, “Cybersecurity in healthcare systems: Threats and mitigation,” *Communications in Computer and Information Science*, 2025.
- [28] S. Fan *et al.*, “GDPR compliance violations in Android mHealth apps,” *arXiv preprint arXiv:2008.05864*, 2020.
- [29] R. L. Cajita *et al.*, “Older adults and cybersecurity risks in mHealth use,” *Computers in Human Behavior*, vol. 133, Art. no. 107287, 2023.
- [30] H. Zeadally *et al.*, “Security and privacy challenges in IoT-based healthcare systems,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 183400–183417, 2020.
- [31] Amazon Web Services, *Encrypting Data in Transit and at Rest*, AWS Whitepaper, 2022.
- [32] P. Kaur and S. Singh, “Cloud Computing in Healthcare: Architecture, Benefits, and Security Challenges,” *Healthcare Analytics*, vol. 2, 100039, 2022
- [33] C. Yin, Z. Ma, and X. Zhang, “Edge and Cloud Computing for Healthcare: A Secure and Scalable Framework,” *Sensors*, vol. 23, no. 4, 2023
- [34] A. F. Zapata, C. Fernández-Alemán, J. A. Idri, and A. Toval, “Empirical studies on usability of mHealth apps: Systematic review,” *JMIR mHealth and uHealth*, vol. 3, no. 1, e72, 2015.
- [35] A. Kuerbis, F. Mullin, P. Muench, and F. Moore, “Older adults and mobile technology: Factors influencing adoption,” *JMIR Aging*, vol. 1, no. 1, e10421, 2017.
- [36] R. Cajita, K. Hodgson, and S. Budhathoki, “A scoping review of usability evaluation methods for mHealth apps for older adults,” *Computers in Human Behavior*, vol. 97, pp. 335–353, 2019.
- [37] P. Maramba, A. Chatterjee, and R. Newman, “Usability evaluation methods in healthcare: An overview,” *JMIR Human Factors*, vol. 6, no. 3, e190, 2019.
- [38] T. McCurdie, A. Taneva, and A. Casselman, “mHealth consumer apps: The importance of usability testing,” *JMIR mHealth and uHealth*, vol. 1, no. 1, e19, 2012.
- [39] E. Gómez-González *et al.*, “Artificial intelligence in medicine and healthcare: A review and classification of current and near-future applications and their ethical and social impact,” *arXiv preprint, arXiv:2001.XXXX*, 2020.

- [40] A. Chaddad, Y. Katib, and L. Hassan, “Future artificial intelligence tools and perspectives in medicine,” *arXiv preprint*, arXiv:2201.XXXX, 2022.
- [41] A. Esteva, B. Kuprel, R. A. Novoa, J. Ko, S. M. Swetter, H. M. Blau, and S. Thrun, “Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks,” *Nature*, vol. 542, no. 7639, pp. 115–118, 2017.
- [42] S. M. McKinney, M. Sieniek, V. Godbole *et al.*, “International evaluation of an AI system for breast cancer screening,” *Nature*, vol. 577, no. 7788, pp. 89–94, 2020.
- [43] S. McKinney *et al.*, “International evaluation of an AI system for breast cancer screening,” *Nature*, vol. 577, no. 7788, pp. 89–94, 2020.
- [44] X. Li, Y. Zhang, and J. Chen, “AI-based motion analysis in physical rehabilitation: Current applications and future directions,” *Sensors*, vol. 23, no. 3, 2023.
- [45] T. Agostinelli, L. Bragaglia, and G. Sartini, “Validation of computer vision-based ergonomic risk assessment,” *Scientific Reports*, vol. 14, no. 7, 2024.
- [46] S.-H. Doong, H.-Y. Lin, and C.-C. Chou, “Predicting postural risk level with computer vision and *machine learning*,” *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 128, p. 107332, 2025.
- [47] J. G. Shim, K. H. Kim, and S. J. Lee, “*Machine learning* approaches to predict chronic lower back pain: A systematic review,” *Medicina (Kaunas)*, vol. 57, no. 5, 2021.
- [48] A. C. Areias, P. D. Gonçalves, and F. Martins, “Predicting pain response to a remote musculoskeletal care program using explainable *machine learning*,” *JMIR Medical Informatics*, vol. 12, no. 4, e23741, 2024.
- [49] S. Jang, T. H. Lee, and K. W. Kim, “Explainable *machine learning* applied to bioelectrical impedance for low back pain analysis,” *Sensors*, vol. 25, no. 6, 2025.
- [50] M. R. D. Rodrigues, D. C. Ferreira, P. M. L. Rodrigues, and R. M. A. Almeida, “Artificial intelligence for vital signs monitoring: A systematic review,” *Applied Soft Computing*, vol. 104, Art. no. 107238, 2021.
- [51] Kansas Health Science University, *The Future of Medicine: Artificial Intelligence in Osteopathic Practice and Education*, Wichita, KS, USA, 2024.
- [52] World Health Organization, *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, Geneva, Switzerland: WHO, 2021.

- [53] World Health Organization, *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health: Guidance on Large Multi-Modal Models (LMMs)*, Geneva, Switzerland: WHO, 2025.
- [54] European Union, “Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act),” *Official Journal of the European Union*, Jun. 13, 2024.
- [55] European Parliament, “EU *AI Act*: Risk-based requirements for high-risk artificial intelligence systems,” *European Parliament Briefing*, 2025.
- [56] UNESCO, *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*, Paris, France: UNESCO, 2021.
- [57] European Parliament and Council of the European Union, “Regulation (EU) 2016/679 (General Data Protection Regulation),” *Official Journal of the European Union*, Apr. 27, 2016.
- [58] GDPR-Info, “Article 9: Processing of Special Categories of Personal Data,” 2024
- [59] European Data Protection Board (EDPB), *Guidelines 05/2020 on Consent under Regulation (EU) 2016/679*, Brussels, Belgium, May 4, 2020.
- [60] European Commission, *Privacy Code of Conduct on Mobile Health Apps – Principles*, Brussels, Belgium, 2023.
- [61] S. Zhu, V. Saravanan, and B. A. Muthu, “Achieving data security and privacy across healthcare applications using cyber security mechanisms,” *The Electronic Library*, vol. 38, no. 5/6, pp. 979–995, 2020.
- [62] W. B. Sentana, M. I. Kaafar, and S. Berkovsky, “Empirical security and privacy analysis of mobile symptom checking applications on Google Play,” *arXiv preprint*, arXiv:2106.XXXX, 2021.
- [63] Google Security Team, *Effectiveness of Multi-Factor Authentication*, 2021.
- [64] C. S. Dykstra, “Zero Trust security for healthcare networks,” *Health and Technology*, vol. 12, pp. 415–427, 2024.
- [65] National Institute of Standards and Technology, *Special Publication 800-66 Rev. 2: Implementing the HIPAA Security Rule*, Gaithersburg, MD, USA, 2022.
- [66] National Institute of Standards and Technology, *Cybersecurity Framework Profile for the Healthcare and Public Health Sector*, NIST, 2023.

- [67] ISO/IEC, *ISO/IEC 27001: Information Security Management Systems*, Geneva, Switzerland, 2022.
- [68] ISO/IEC, *ISO/TS 82304-2: Health Software — Quality and Reliability — Part 2: Health and Wellness Apps*, Geneva, Switzerland, 2021.
- [69] S. Aggarwal *et al.*, “Blockchain for electronic health records: A review,” *Health Information Science and Systems*, 2023.
- [70] P. Shojaei, E. Vlahu-Gjorgievska, and Y.-W. Chow, “Security and privacy of technologies in health information systems: A systematic literature review,” *Computers*, vol. 13, no. 2, p. 41, 2024.
- [71] General Osteopathic Council, *Interim Guidance on the Use of Artificial Intelligence*, London, UK, 2025.
- [72] European Union, *Regulation (EU) 2017/745 of the European Parliament and of the Council on Medical Devices (MDR)*, Official Journal of the European Union, May 5, 2017.
- [73] World Health Organization, *Global Strategy on Digital Health 2020–2025*, Geneva, Switzerland: WHO, 2021.
- [74] R. Palumbo, M. Annarumma, and D. Adinolfi, “The digital health literacy of healthcare professionals: A systematic review,” *Journal of Medical Internet Research*, vol. 23, no. 6, e24593, 2021.
- [75] L. J. Diviani, B. van den Putte, S. Giani, and J. C. van Weert, “Low health literacy and evaluation of online health information,” *Journal of Medical Internet Research*, vol. 17, no. 5, e112, 2015.
- [76] S. Kayser, D. Karnoe, and R. Furstrand, “Impact of digital health literacy on adherence to remote rehabilitation programs,” *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, vol. 9, no. 2, e31245, 2022.
- [77] M. Corrêa *et al.*, “Impactos de tecnologias assistivas na reabilitação,” *Revista Contemporânea*, vol. 10, no. 2, pp. 50–60, 2023.
- [78] L. F. Silva and J. P. Santos, “Impacto dos aplicativos móveis voltados para a promoção da saúde e qualidade de vida do idoso,” *Revista Envelhecer*, vol. 12, no. 1, pp. 80–95, 2022.
- [79] A. Gadgil and J. Jackson, “Mobile applications as a pathway to improve access to rehabilitation knowledge,” *World Physiotherapy Congress Proceedings*, 2023.

- [80] A. Grundy *et al.*, “Evaluation of the quality and safety of mobile health applications,” *npj Digital Medicine*, vol. 5, Art. no. 104, 2022.
- [81] C. Fawkes, D. Carnes, G. Carnes, and S. Vogel, “Patient reported outcomes in a large cohort of patients undergoing osteopathic care in the UK: A national PROMs collection project,” *PLOS ONE*, 2021.
- [82] National Council for Osteopathic Research, *Development of a PROM app for osteopaths*, NCOR, UK, 2015.
- [83] L. Shi, J. Zhao, H. Han, and J. Guo, “Impact of 25 years of mobile health tools for pain management: A systematic review,” *JMIR mHealth and uHealth*, vol. 12, no. 5, e57813, 2024.
- [84] K. Thompson, L. Smith, and R. Haynes, “Mobile app use to support therapeutic exercise for musculoskeletal pain conditions: A scoping review,” *Physiotherapy*, vol. 117, pp. 24–34, 2023.
- [85] C. S. Kruse *et al.*, “Cybersecurity in healthcare: A systematic review,” *JMIR Medical Informatics*, vol. 8, no. 2, e17228, 2020.