

## PROPOSTA DE UM MODELO DIGITAL DE RECONCILIAÇÃO TERAPÊUTICA COM RECURSO A BLOCKCHAIN E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

### PROPOSAL OF A DIGITAL MODEL FOR MEDICATION RECONCILIATION USING BLOCKCHAIN AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

[10.29073/e3.v9i1.735](https://doi.org/10.29073/e3.v9i1.735)

Receção: 15/04/2023 Aprovação: 01/06/2023 Publicação: 30/06/2023

Ricardo Albuquerque <sup>a</sup>; Luís Sardinha <sup>b</sup>; Susana Albuquerque <sup>c</sup>; Maria Silva <sup>d</sup>;  
Eduardo Leite <sup>e</sup>; Isabel Fragoeiro <sup>f</sup>;

<sup>a</sup> Unidade de Saúde Familiar Rainha D. Leonor, Portugal; [ricardo.albuquerque@arslvt.min-saude.pt](mailto:ricardo.albuquerque@arslvt.min-saude.pt); <sup>b</sup> Escola Superior de Tecnologia e Gestão - Universidade da Madeira, Portugal; [luis.sardinha@staff.uma.pt](mailto:luis.sardinha@staff.uma.pt); <sup>c</sup> Unidade de Cuidados de Saúde Personalizados do Bombarral, Portugal; [susanapaullo@gmail.com](mailto:susanapaullo@gmail.com); <sup>d</sup> Unidade de Saúde Familiar Rainha D. Leonor, Portugal; [mariaromanasalazar@gmail.com](mailto:mariaromanasalazar@gmail.com); <sup>e</sup> Escola Superior de Tecnologia e Gestão - Universidade da Madeira, Portugal; [eduardo.leite@staff.uma.pt](mailto:eduardo.leite@staff.uma.pt); <sup>f</sup> Universidade da Madeira, Portugal; [isabel.fragoeiro@staff.uma.pt](mailto:isabel.fragoeiro@staff.uma.pt);

### RESUMO

O Registo de Saúde Eletrónico (RSE) é o resultado da mudança do atual sistema de saúde, influenciado pela inovação, integração e partilha de dados clínicos. O RSE deve incluir sumário clínico dos pacientes, prescrições eletrónicas, registo eletrónico de dispensa de medicação, resultados laboratoriais, imagens e/ou relatórios médicos e notas de alta hospitalar. A prescrição médica e a administração de terapêutica são dos erros evitáveis mais comuns em Saúde, a sexta maior causa de morte nos EUA e uma prioridade para a Organização Mundial de Saúde desde que lançou a iniciativa “Medication Without Harm”. Os objetivos deste trabalho são: i) apresentar um modelo digital de reconciliação terapêutica; ii) propor uma solução interoperável e legalmente conforme; iii) integrar a tecnologia Blockchain e Inteligência Artificial no modelo apresentado. Através de uma revisão bibliográfica descritiva e exploratória, propôs-se a utilização dos “standards” HL7 FHIR e SNOMED-CT, modelo “client-CA” para a Blockchain e modelos de “machine learning” e “natural language processing” para a Inteligência Artificial. É complexo garantir a transmissão de dados clínicos de forma interoperável e segura, mas teoricamente exequível. As vantagens ao nível da reconciliação terapêutica serão mensuráveis com a contínua diminuição da morbimortalidade associada ao erro terapêutico.

**Palavras-chave:** Reconciliação Terapêutica; Inteligência Artificial; Interoperabilidade; Blockchain; Inovação.

### ABSTRACT

The Electronic Health Record (EHR) is the result of a transformation in the current healthcare system, influenced by innovation, integration, and sharing of clinical data. The EHR should include a clinical summary of patients, electronic prescriptions, electronic medication dispensing records, laboratory results, medical images and/or reports, and hospital discharge notes. Prescription errors and therapeutic administration are among the most common avoidable errors in healthcare, ranking as the sixth leading cause of death in the United States and a priority for the World Health Organization since the launch of the “Medication Without Harm” initiative. The objectives of this study are: i) to present a digital therapeutic reconciliation model; ii) to propose an interoperable and legally compliant solution; iii) to integrate Blockchain and Artificial Intelligence technologies into the presented model. Through a descriptive and exploratory literature review, the use of HL7 FHIR and SNOMED-CT standards, a client-CA model for Blockchain, and machine learning and natural language processing models for Artificial Intelligence were proposed. Ensuring the interoperable and secure transmission of clinical data is complex but theoretically feasible. The advantages of therapeutic reconciliation will be measurable through the continuous reduction of morbidity and mortality associated with therapeutic errors.

**Keywords:** Therapeutic Reconciliation; Artificial Intelligence; Interoperability; Blockchain; Innovation.

## 1. INTRODUÇÃO

As organizações em saúde são complexas e, concomitantemente, sobre coerção de mudanças e reformas estruturais (Mena & Aguiar, 2016). Variáveis como a globalização, inovações e novas tecnologias, aumento da esperança média de vida ou padrões de qualidade de vida, influenciam o desempenho de uma organização. Assente num pressuposto de transparência e comparabilidade, o paradigma da saúde tem-se adaptado e evoluído. A personalização da saúde constitui um pressuposto para gestão da doença que deve ser suportada pela evolução da tecnologia ao nível da comunicação, colaboração e trabalho em equipa entre utentes, famílias e comunidades (Shaban-Nejad et al., 2018). O atual sistema de saúde está a mudar drasticamente, influenciado pela inovação, integração e partilha de dados clínicos, permitindo, por exemplo, uma avaliação clínica mais precisa e preditiva (Wu et al., 2019).

De acordo com Comissão Europeia (2019) “os cidadãos têm o direito de aceder aos seus dados pessoais, incluindo os dados relativos à saúde, tal como previsto no Regulamento (UE) 2016/679 — Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD) do Parlamento Europeu e do Conselho”. O objetivo principal é desenvolver um sistema de saúde eletrónico sustentável que permita o intercâmbio de informações entre os estados-membros. Este registo de saúde eletrónico (RSE) deve incluir: sumário clínico dos pacientes, prescrições eletrónicas, registo eletrónico de dispensa de medicação, resultados laboratoriais, imagens e/ou relatórios médicos e notas de alta hospitalares (Comissão Europeia, 2022a).

Ao visar apenas a prescrição eletrónica e registo eletrónico de dispensa de medicação, facilmente se compreende o potencial que existe para minimizar um dos mais comuns mais sérios problemas na saúde: o erro terapêutico (Pereira de Lyra Júnior et al., 2010; Ross et al., 2009; Tariq et al., 2023; Young et al., 2022).

As razões mais frequentes para este erro incluem falhas na comunicação das prescrições, escrita ilegível, seleção errada de medicamentos a partir de um menu suspenso, confusão entre medicamentos com nomes semelhantes, embalagens semelhantes entre produtos ou erros envolvendo ajuste de dose. Os erros terapêuticos podem ocorrer devido a falha humana mas muitas vezes resultam de um sistema defeituoso com sistemas inadequados para detetar erros (Tariq et al., 2023).

Todos os anos, morrem entre 7 e 9 mil pessoas nos Estados Unidos da América devido a erros terapêuticos e muitos pacientes sofrem reações adversas, ou outras complicações, que nem sequer são relatadas. Para além disto, o custo anual total de cuidados prestados a pacientes afetados por estes erros ultrapassa os 36,5 mil milhões de euros. Porém, o custo não é apenas económico, também causa dor física e psicológica aos pacientes e profissionais afetados, além de diminuir a satisfação e confiança dos mesmos no sistema de saúde (Tariq et al., 2023).

A digitalização dos serviços de saúde representa um acréscimo de valor para o desenvolvimento da comunicação do registo de saúde. Não obstante da sua importância, salienta-se a necessidade de garantir a segurança dos dados alojados na nuvem.

No contexto da saúde, no presente, a Inteligência Artificial (IA) é utilizada para processar dados, obter as preferências do paciente, auxiliar utentes (e familiares) a participar no processo de atendimento, auxiliar os clínicos a utilizar essa participação para fornecer atendimento personalizado eficiente e de alta qualidade, personalizando planos de terapia (Shaban-Nejad et al., 2018). A IA irá disponibilizar mais dados, permitindo uma tomada de decisão melhor e reduzir erros, hospitalizações desnecessárias e custos com a saúde (Wu et al., 2019).

Para uma melhor compreensão, o artigo apresenta numa fase inicial uma revisão de literatura que permite contextualizar o estado

de arte sobre o tema, seguida da metodologia. Posteriormente apresentam-se os resultados e discussão/conclusão. Por fim, são apresentadas as limitações e sugestões futuras.

O presente trabalho tem como objetivos: i) apresentar um modelo digital de reconciliação terapêutica; ii) propor uma solução interoperável e legalmente conforme; iii) integrar a tecnologia Blockchain e Inteligência Artificial no modelo apresentado.

Para uma melhor compreensão sobre o tema, no capítulo 2, a revisão de literatura aborda conceitos essenciais: reconciliação terapêutica, registos de saúde eletrônicos, interoperabilidade em saúde, Regulamento Geral de Proteção de Dados, computação na Nuvem, tecnologia “Blockchain” e Inteligência Artificial. A metodologia utilizada é apresentada no capítulo 3. A implementação teórica das abordagens propostas, os resultados esperados e a discussão são apresentados no capítulo 4. O trabalho é concluído no capítulo 5 e as limitações e sugestões futuras explanadas no capítulo 6.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. RECONCILIAÇÃO TERAPÊUTICA

Os erros de medicação evitáveis causam cerca de 7000 a 9000 mortes anualmente nos Estados Unidos da América (EUA), tornando-os a sexta causa de morte no país (Sassatelli, 2022). Não se encontraram dados estatísticos para Portugal sobre o tema.

Quando o resultado do erro terapêutico não é a morte, centenas de milhares de indivíduos não chegam a saber que ocorreu um erro de medicação ou então não o relatam, o que leva a que possa existir uma subestimação de casos (Pereira de Lyra Júnior et al., 2010; Ross et al., 2009; Sassatelli, 2022).

Os erros medicamentosos representam um grande ónus financeiro para o sistema de saúde, custando aproximadamente 36,5 mil milhões de euros anualmente nos EUA. Por norma, não são culpa de apenas uma pessoa e podem ocorrer durante qualquer fase do processo de administração de terapêutica: prescrição, transcrição/verificação,

preparação, administração e monitorização (Pereira de Lyra Júnior et al., 2010; Ross et al., 2009; Sassatelli, 2022).

De acordo com o relatório Prevenção de Erros de Medicação do Instituto de Medicina (Partin, 2006), o paciente hospitalizado está sujeito, em média, a pelo menos um erro de medicação por dia. Isto confirma resultados anteriormente publicados de que o erro terapêutico representa o erro de segurança do paciente mais comum.

Mais de 40% dos erros terapêuticos são atribuídos a uma reconciliação terapêutica inadequada durante as admissões, transferências e/ou altas dos pacientes. Destes erros, cerca de 20% irão resultar em danos para o utente. Muitos seriam evitados se a reconciliação terapêutica estivesse implementada de forma consistente e natural no dia-a-dia dos profissionais de saúde.

A reconciliação terapêutica é um processo formal que consiste em criar uma lista completa e o mais precisa possível dos medicamentos atuais de um paciente e compará-la com os registos do paciente e/ou prescrições atuais. Esta reconciliação é feita para evitar erros de medicação, como omissões, duplicações, erros de dosagem ou interações medicamentosas. Deve ser realizada em todas as transições de cuidados em que novos medicamentos são prescritos ou pedidos existentes são reescritos.

As transições de cuidados incluem mudanças de ambiente, serviço, profissional ou nível de cuidados. Este processo compreende cinco etapas: (1) elaborar uma lista de medicamentos atuais; (2) elaborar uma lista de medicamentos a serem prescritos; (3) comparar os medicamentos nas duas listas; (4) tomar decisões clínicas com base na comparação; e (5) comunicar a nova lista aos cuidadores apropriados e ao paciente (Barnsteiner, 2008).

É globalmente aceite que os RSE contêm informações mais precisas e facilitam o acesso à informação do que os registos médicos em papel, porém, já Wagner and Hogan (1996) relatavam que os RSE são tão precisos quanto a informação que lá for inserida – encontraram

discrepâncias entre o número de medicamentos que os pacientes relatavam tomar (5,67) e os registados no RSE (4,69). Os erros de entrada de dados correspondiam a 28% das discrepâncias, enquanto 26% estavam relacionados a falha médica ao inserir alterações terapêuticas.

Karnon et al. (2009) relatam que o perfil de medicação informatizada era impreciso em 71% dos pacientes estudados. Demonstraram que a implementação de um processo padronizado de reconciliação de medicação reduziu o número de pacientes com discrepâncias não intencionais em 43%, reduzindo significativamente o potencial de erros de medicação.

Em 2017, foi lançada pela Organização Mundial de Saúde (OMS), a iniciativa global “Medication Without Harm” que visava reduzir os danos graves e evitáveis associados à medicação. Esta iniciativa abordava métodos para melhorar a forma como os medicamentos são prescritos, distribuídos e consumidos, e para sensibilização dos doentes acerca do uso inadequado dos mesmos. A fim de reduzir os erros de medicação, a OMS pedia aos países que tomassem medidas dirigidas a fatores-chave como: medicamentos com maior risco de dano, doentes polimedicados ou doentes em transição de cuidados de saúde (WHO, 2017).

O uso de um sistema auxiliado por IA pode reduzir o erro terapêutico e otimizar o processo de reconciliação terapêutica ao integrar informação dispersa pelos diversos prestadores, aprendendo e sugerindo opções terapêuticas mais adequadas ao doente.

## 2.2. REGISTO DE SAÚDE ELETRÓNICO (RSE)

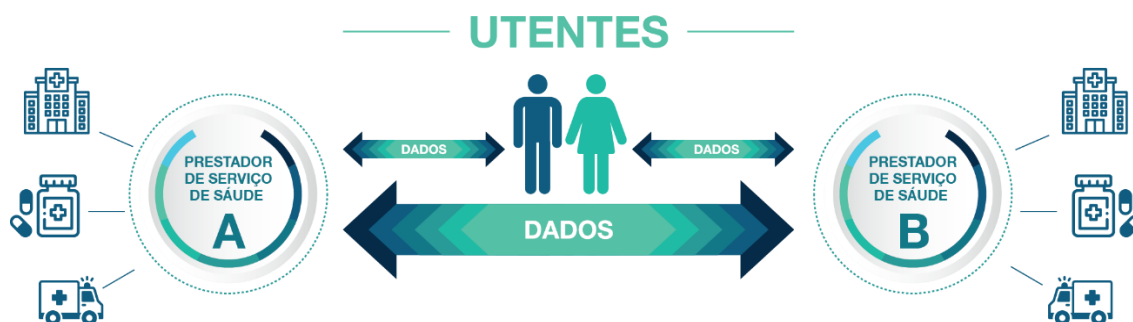
Com o intuito de harmonizar e padronizar estes dados na União Europeia (UE), a Comissão Europeia (2022) apresentou uma regulamentação em 3 de maio de 2022, com o objetivo de criar um ecossistema único para a saúde digital – o Espaço Europeu de Dados de Saúde (EHDS – *European Health Data Space*). Este irá

proporcionar aos cidadãos da UE um maior controlo e acesso às suas informações médicas eletrónicas, permitindo que aproveitem os benefícios prometidos pelos produtos e serviços inovadores da saúde digital por meio da utilização dos seus dados. Um dos objetivos da UE passa por desenvolver um RSE que perdure ao longo do tempo e que permita o intercâmbio de informações entre os estados-membros. O mesmo documento refere que o RSE deve incluir: sumário clínico dos pacientes, prescrições eletrónicas, registo eletrónico de dispensa de medicação, resultados laboratoriais, imagens e relatórios médicos e notas de alta hospitalares (Comissão Europeia, 2022a).

Já em 2006, Tang et al. (2006), descreveram o conceito de Registo Pessoal de Saúde (PHR – *Personal Health Record*) como um sistema de registo de saúde que iria muito para além de um repositório estático de dados de saúde do paciente. Este registo deveria combinar dados, gerar conhecimento e, através de ferramentas digitais que ajudassem os pacientes a terem um papel ativo nos seus próprios registos, potenciasse, em última análise, os seus cuidados de saúde. Para tal, os PHR deveriam ser integrados em RSE pois os seus benefícios suplantariam os dos sistemas independentes. Este modelo funcionaria com “uma aplicação eletrónica através da qual os indivíduos pudessem aceder, gerir e partilhar as suas informações de saúde, e/ou as de outras pessoas para as quais possuíssem autorização, num ambiente privado, seguro e confidencial” (Foundation Markle, 2003, p. 14). Porém, para tal acontecer, há que primeiro conseguir atingir a interoperabilidade dos dados. Atente-se ao seguinte exemplo: o utente A tem um PHR e frequenta os prestadores de cuidados de saúde A e B. Estes comunicam bidireccionalmente entre si e bidireccionalmente com o Utente A. O resultado desta interação deve ser registado numa base de dados, deve ser replicável, auditável e respeitar o RGPD (Figura 1).



Figura 1 – Demonstração de interoperabilidade dos dados clínicos



Fonte: Elaboração própria

### 2.3. INTEROPERABILIDADE EM SAÚDE

À medida que o desenvolvimento tecnológico evolui com a aplicação de tecnologias de computação na nuvem, percebe-se agora que o sistema de RSE mostra uma tendência de desenvolvimento centrado no prestador e não no paciente (Sun et al., 2020). Diversas soluções tecnológicas de RSE têm sido implementadas a uma escala global e convergindo no mesmo objetivo: permitir a interoperabilidade dos dados.

Quando se discute interoperabilidade há que levar em conta quatro níveis: jurídica, técnica, semântica e organizacional (Comissão Europeia, 2023; *Mosaico | Interoperabilidade*, 2023; Ntafi et al., 2022). A interoperabilidade jurídica diz respeito à capacidade de as organizações operarem juntas, mesmo que estejam submetidas a diferentes quadros jurídicos, políticas e estratégias. Esta questão é importante pois permitirá a criação de serviços públicos europeus que atravessem fronteiras, sem bloqueios legais ou restrições desnecessárias. Para garantir a interoperabilidade jurídica, é necessário identificar e superar obstáculos existentes, tais como restrições setoriais ou geográficas na utilização e armazenamento de dados, modelos de licenças diferentes, obrigações restritivas de utilização de tecnologias digitais ou requisitos contraditórios. A legislação deve ser avaliada antes da adoção e o seu desempenho regularmente verificado, garantindo coerência entre as diferentes normas.

É também importante considerar as tecnologias da informação e comunicação (TIC) desde o início do processo legislativo, a

fim de garantir que a legislação se adapte tanto ao mundo físico quanto ao digital. Um “controle digital” deve ser instituído para identificar possíveis obstáculos ao intercâmbio digital e avaliar o seu impacto nas partes interessadas. Isto aumentará a interoperabilidade entre os serviços públicos, reduzindo custos e tempo de execução.

Todas as informações trocadas entre os Estados-Membros devem ser mantidas com valor jurídico além das fronteiras e a legislação em matéria de proteção de dados nos países de origem e de acolhimento deverá ser respeitada. Podem ser necessários acordos adicionais para superar diferenças na aplicação da legislação aplicável.

A interoperabilidade organizacional refere-se à forma como as administrações públicas alinham os seus processos empresariais, responsabilidades e expectativas, para alcançar objetivos mutuamente benéficos. Dito de outra forma, significa documentar e integrar ou alinhar processos empresariais e informações relevantes trocadas entre as entidades. O principal objetivo é responder aos requisitos da comunidade de utilizadores, disponibilizando serviços facilmente identificáveis, acessíveis e centrados no cidadão.

A interoperabilidade semântica garante que as informações e dados trocados entre as partes são compreendidos de forma precisa e consistente ao longo de todos os eventos do processo, ou seja, “o que é enviado é o que se entende”. Na prática, a interoperabilidade semântica abrange aspetos semânticos e sintáticos.

O aspeto semântico refere-se ao significado dos elementos de dados e à relação entre eles, o que envolve o desenvolvimento de vocabulários e esquematizações para descrever as trocas de dados, garantindo que os elementos de dados sejam compreendidos da mesma forma por todas as partes comunicantes. Já o aspeto sintático refere-se à descrição do formato exato das informações a serem trocadas em termos de gramática e formato.

Para melhorar a interoperabilidade semântica é importante entender que dados e informações sensíveis são um bem valioso. Devem ser criadas estratégias de gestão da informação, coordenadas ao mais alto nível, por forma a definir prioridades e evitar a fragmentação da informação.

Para se atingir a interoperabilidade semântica são essenciais os acordos sobre dados de referência, como taxonomias, vocabulários controlados, tesouros, listas de códigos e estruturas/modelos de dados reutilizáveis. Devem ser aplicadas normas e especificações de informação sólidas, coerentes e universalmente aceites para permitir uma troca significativa de informações entre as organizações europeias.

Por fim, a interoperabilidade técnica refere-se à capacidade de sistemas e serviços se conectarem e trabalharem juntos de maneira eficiente. Aqui estão englobados aspetos como especificações de interface, serviços de interconexão, integração de dados, apresentação e troca de informações e protocolos de comunicação seguros.

Um dos principais desafios para a interoperabilidade técnica é a presença de sistemas antigos e fragmentados. As aplicações e sistemas de informação utilizados pelas administrações públicas foram historicamente desenvolvidos de forma local e específica, resultando em ilhas de tecnologia isoladas que são difíceis de conectar.

Esta fragmentação de soluções TIC e a multiplicidade de sistemas antigos são alguns obstáculos adicionais para alcançar a interoperabilidade técnica.

#### 2.4. A APLICABILIDADE DO RGPD EM SAÚDE DIGITAL

Remete para os anos 2000 o início do desenvolvimento e implementação de vários RSE (Bologna et al., 2016). As informações registadas em RSE devem ser sigilosas, protegidas por lei e o seu acesso controlado.

Se por um lado o mercado único europeu favoreceu a circulação de bens e cidadãos, proporcionou o desenvolvimento de novas organizações e a prestação de serviços a nível internacional (Ntafi et al., 2022), por outro, as divergências ao nível da linguística, infraestruturas técnicas comuns, segurança e privacidade, poderão limitar o potencial económico das TIC. Do ponto de vista da saúde, a segurança e privacidade dos dados são extremamente relevantes.

Segundo Alluhaidan (2022), a segurança digital em saúde deve ser tida em conta numa perspectiva holística que abranja a integridade e a confidencialidade dos dados clínicos disponíveis, garanta que os dados não são acedidos por pessoas não autorizadas e permita que os médicos disponibilizem tratamentos adequados. O mesmo autor refere que o número de violações dos dados através da internet tem motivado a investigação e debate em sistemas de saúde digitais.

A 25 de maio de 2018 entrou em vigor o RGPD, que introduz um requisito legal específico no artigo 25.º, definindo uma “obrigação de proteção de dados por design”. Este regulamento estabelece que, para demonstrar conformidade com as suas disposições, é necessário implementar medidas técnicas e organizacionais apropriadas para garantir que os princípios de proteção de dados sejam integrados em qualquer atividade de processamento de dados. Estão incluídas a implementação de medidas de segurança, a minimização de dados e a transparência no processamento de dados pessoais. Em resumo, o RGPD exige que a proteção de dados seja considerada desde o início de qualquer projeto, produto ou serviço relacionado ao processamento de dados pessoais, seja ele digital ou físico (Jornal Oficial da União Europeia, 2016).

Bincoletto et al. (2019) analisaram a obrigação legal de proteção de dados e investigaram como a mesma pode ser implementada no contexto da saúde digital. Apresentaram um modelo de proteção de dados por “design” (MPpD) abrangente para a gestão de privacidade, com medidas técnicas e organizacionais a serem implementadas nos RSE. No modelo apresentado pelos autores, o cumprimento do artigo 25.º do RGPD (Jornal Oficial da União Europeia, 2016), só é alcançado se todas as medidas forem implementadas como um todo. Deste modo, os prestadores de cuidados de saúde e controladores devem escolher no mercado, ou desenvolver por conta própria, um sistema RSE que esteja em conformidade com a exigência MPpD.

### 2.5. COMPUTAÇÃO NA NUVEM

Segundo Hassan et al. (2022), a computação na nuvem é um sonho antigo da computação enquanto serviço público. Na nuvem, os utilizadores podem armazenar os seus dados de forma remota e desfrutar de serviços e aplicativos desenvolvidos neste paradigma. Assim, a privacidade e segurança dos dados são de extrema importância para todos, independentemente da natureza dos dados armazenados, pois os dados são armazenados em vários locais (no limite em qualquer lugar do planeta) e os utilizadores não têm acesso físico aos mesmos.

O ecossistema da saúde e a sua interoperabilidade constituem um desafio associado a todos os riscos inerentes à natureza da informação. Os serviços de saúde apresentam um crescimento exponencial e, sujeito a este crescimento, eleva-se o volume de dados gerados diariamente (Rizk et al., 2020). Alguns hospitais, públicos e/ou privados, bem como clínicas privadas, recorrem a estruturas de dados sustentadas por tecnologias digitais, no entanto, carece-se de um sistema operante único que apresente um procedimento para a partilha de informações (Hameed et al., 2016). Não obstante, reconhece-se que a computação na nuvem apresenta vários benefícios para as organizações de saúde, tais como a redução do custo de serviços de tecnologias de informação (TI), atendimento ao utente

otimizado e suporte às atividades de investigação Alharbi et al. (2017), entre outras.

Encontram-se na literatura existente diferentes métodos de armazenamento e troca de dados em sistemas digitais de informação em saúde, suportados por uma integridade semântica e estrutural (Chatterjee et al., 2022). O registo digital de informação crítica no setor da saúde exige recursos, integração, manutenção e elevados custos de implementação (Bamiah et al., 2012). Acresce ainda o aumento da procura dos serviços de saúde por parte dos utentes numa perspetiva de prevenção, o aumento de novos medicamentos e desenvolvimento crescente das tecnologias de informação.

Já em 2011, Kuo et al. (2011), através de uma análise SWOT, investigaram sobre a computação na nuvem no setor da saúde. Verificaram que existe um menor investimento inicial e maior elasticidade no acesso aos recursos de saúde. Ao nível das dificuldades verificaram a escassez de especialistas, falta de confiança por parte dos utilizadores e resistência à mudança. Bamiah et al. (2012) verificaram que a computação na nuvem simplifica a partilha de informações, fornecendo uma plataforma de tecnologias de serviços que facilita a comunicação sem a necessidade de aquisição de novos equipamentos.

Hameed et al. (2016) sugeriram um modelo flexível para a gestão em saúde sustentado pela computação na nuvem e arquitetura orientada a serviços. O modelo proposto auxilia a organização de registos na nuvem (prescrições, resultados de exames ou relatórios de imagiologia), eliminando os registos em separado. Esta arquitetura do sistema oferece uma estrutura habilitada para a web, integrada nas atividades médicas, farmacêuticas, imagiologia e laboratoriais.

### 2.6. SEGURANÇA DOS REGISTOS DE SAÚDE ELETRÓNICOS — APLICABILIDADE DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

Considerando o contexto atual, a saúde é uma das principais preocupações da sociedade. De acordo com Kiania et al. (2023) os RSE apresentam inúmeras vantagens, como por

exemplo, permitir que os registos clínicos sejam acedidos pelos pacientes, permitir que se prestem cuidados de saúde ao mesmo paciente em diferentes unidades de saúde públicas ou privadas ou até aceder ao histórico dos medicamentos utilizados pelo paciente. Paralelamente, os dados gerados permitem contribuir para o desenvolvimento de novas investigações e apresentação de soluções disruptivas.

Dois dos desafios são a privacidade e a posse dos dados clínicos do utente. O mesmo autor refere que médicos e investigadores podem aceder a dados clínicos dos pacientes sem o seu consentimento, apresentando vários desafios: uso crescente das IoT (Internet of Things), sensores vestíveis para diagnóstico e registo dos dados do paciente. Esta informação poderá colocar em risco a vida do paciente. Outra questão levantada é a deteção de fraudes como, por exemplo, a prescrição de medicação não indicada para o paciente ou medicamentos falsificados, sendo então necessária uma cadeia de abastecimento clara e com informação pertinente disponível.

Os RSE requerem, portanto, medidas de segurança e privacidade durante o

armazenamento e partilha da informação (Figura 2). Tradicionalmente, são utilizados sistemas centralizados, na nuvem, que podem apresentar riscos significativos de falhas.

A tecnologia Blockchain (BC), resultado da junção de duas outras tecnologias – criptografia e comunicação ponto-a-ponto –, fornece recursos como descentralização, sigilo, prova de violação e auditabilidade, que podem ser eficazes na partilha de dados, transações e gestão de cadeias de abastecimento, tal como a cadeia do medicamento.

É defendida por diversos autores como alternativa aos sistemas centralizados de operação de vários setores, i.e. financeiro, pela maior segurança com eliminação de um ponto central de autoridade e menos sujeita a ataques ou falhas. No entanto, alguns desafios que limitam sua escalabilidade têm surgido como o custo e velocidade de registo das transações (Amanat et al., 2022).

Desde o lançamento da bitcoin (a mais famosa das Blockchain) há cerca de uma década, várias variações de BC foram apresentadas (Amanat et al., 2022; Nakamoto, 2008).

**Figura 2** – Aplicações de blockchain no domínio da saúde

Tecnologia blockchain para o domínio da saúde	Proteção para RSE
	Gestão de registos pessoais de saúde (PHR)
	Interoperabilidade de RSE
	Salvaguarda da genómica

**Fonte:** Amanat et al. (2022)

Foram propostos diversos modelos de aplicabilidade e neste momento já há implementação dos mesmos em contexto comercial onde a partilha de dados e a interoperabilidade é assumida como sendo possível, i.e. OmniPHR (Roehrs et al., 2017), MedRec (Ekblaw & Azaria, 2019), FHIRChain (Zhang et al., 2018) ou ModelChain (T.-T. Kuo & Ohno-Machado, 2018).

A literatura descreve três tipos de arquitetura na aplicação de blockchain no sector da Saúde, sem que nenhum ainda seja tido como referência (Chukwu & Garg, 2020; Haleem et al., 2021; Singh et al., 2022):

1. Blockchain de uma única Autoridade Certificadora confiável (“One-CA”);



2. Blockchain de múltiplas Autoridades Certificadoras (“Multi-CA”);
3. Blockchain de Autoridade Certificadora própria do cliente (“Cliente-CA”).

## 2.7. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM SAÚDE

A evolução do ser humano está associada à criação de conhecimento como um atributo único da sua espécie. O surgimento da Inteligência artificial (IA), termo cunhado por McCarthy em 1956, mudou este paradigma (Neşţian et al., 2020). Rodrigues and Andrade (2021) descrevem a IA como a capacidade de um sistema computadorizado aprender e tomar decisões baseadas em padrões armazenados em vastos bancos de dados (Pedro et al., 2020), imitando assim as capacidades da mente humana.

Compreender a Inteligência Artificial é também conhecer alguns conceitos e metodologias-chave que são a sua base tecnológica (Koski & Murphy, 2021), tais como:

1. Processamento de Linguagem Natural (NLP) — extração de conceitos clínicos, como sintomas, diagnósticos e tratamentos, de textos narrativos, como notas clínicas.
2. Classificadores — mapeamento de dados em categorias ou classes com base em dados onde a classificação correta é conhecida, ou seja, rotulada, para que novos dados possam ser classificados corretamente.
3. Redes Neurais Artificiais — sistemas modelados a partir de sistemas biológicos.
4. “Machine Learning” (ML) — sistemas capazes de processar grandes volumes de dados e extrair informações significativas para resolver problemas práticos.
5. Inteligência Aumentada — tecnologia destinada a ajudar os humanos a utilizar ou estender as suas próprias capacidades.
6. Análise de Imagem/Fala — extração de informações significativas de

imagens, como ressonâncias magnéticas, ou de fala gravada, em vez de dados numéricos, categóricos ou de texto.

Existem inúmeros desafios na área da saúde que podem beneficiar da utilização de IA, podendo, eventualmente, tornar-se indispensável nalguns casos (Koski & Murphy, 2021). Embora a ciência e a medicina caminhem lado a lado, a realidade é que os sistemas de saúde atuais não funcionam como deveriam, as populações não são atendidas de forma equitativa, o custo da saúde está fora de controlo e, ainda assim, pela maioria dos padrões, a saúde de nossa população não é o que deveria ser. A IA não pode resolver todas as questões sociais, políticas e ambientais em questão, no entanto, existem maneiras fundamentais nas quais a IA pode contribuir para aumentar a eficiência, elevar os padrões de cuidado, e fazer cumprir a medicina de precisão e apoio à pesquisa. A implementação de IA acarreta alguns desafios, nomeadamente ter bancos de dados disponíveis e com qualidade para treinar os sistemas ou dificuldade na generalização do modelo a diferentes populações com diferentes características (Wartman & Combs, 2019).

Rodrigues et al. (2022) apresentaram um modelo de cuidados de saúde digital centrado na comunidade que visava apoiar e ampliar a pegada digital dos agentes comunitários de saúde, através de uma plataforma digital de circuito fechado potenciada por IA. Verificaram que as tecnologias digitais existentes carecem de integração. O modelo proposto constituiu uma parceria humano-tecnologia que integrava os serviços, supervisores e comunidades através de um meio digital escalável, melhorando a eficiência e a qualidade da prestação de cuidados.

Nos próximos 20 anos, espera-se que metade do atual trabalho esteja desatualizado ou que não seja necessário e que, os cuidados de saúde, não sejam dissociados da IA (Wu et al., 2019).

### 3. METODOLOGIA

O estado de arte sobre o tema foi sustentado pela revisão de literatura que permitiu identificar necessidades e apresentar soluções. A natureza da presente investigação apresenta-se como qualitativa e exploratória, visto pretender apresentar mais informações sobre o assunto (Prodanov & Freitas, 2013). Já em relação aos procedimentos técnicos para recolha e análise de dados, pode-se classificar como uma pesquisa bibliográfica. As fontes primárias são provenientes do levantamento bibliográfico e podem ser classificadas como: livros de leitura corrente, livros de referência informativa (dicionários), livros de referência remissiva (monografias, dissertações e teses), publicações periódicas (jornais e revistas) e impressos diversos (Gil, 2017). Marconi and Lakatos (2017) delimita-a na identificação de fatores específicos. Nesta linha, e para alcançar o objetivo inicialmente proposto, foram definidas e utilizadas as seguintes fontes bibliográficas: livros publicados, obtidos por aquisição ou consulta, dissertações, teses, artigos em português e inglês consultados recorrendo a bases de dados académicas.

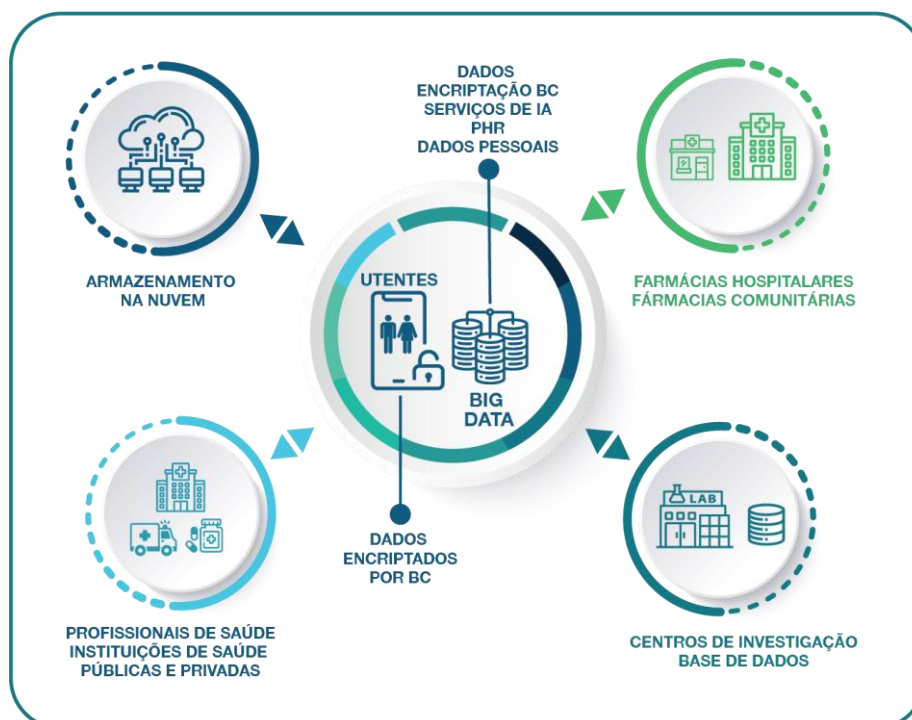
Na presente investigação, com o intuito de apresentar um modelo digital de reconciliação terapêutica, foram primeiramente identificados os principais intervenientes do sistema de saúde e quais os seus papéis. Foi investigada a interoperabilidade dos dados, o seu enquadramento legal e como pode ser conseguida de forma tecnicamente segura. Por fim, abordou-se a usabilidade da IA no modelo proposto.

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.1. MODELO DIGITAL DE RECONCILIAÇÃO TERAPÊUTICA COM RECURSO A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL — “FRAMEWORK”

O presente estudo pretende apresentar um modelo digital de reconciliação terapêutica com recurso a IA e a tecnologia BC (Figura 3). É um modelo centrado no utente e, numa perspetiva de melhoria contínua, procura ser uma solução para otimizar o processo de prescrição eletrónica e redução do erro médico, quer na prescrição, quer em potenciais interações medicamentosas.

**Figura 3** – “Framework” do modelo digital de prescrição eletrónica e registo eletrónico de dispensa de medicação com recurso a Inteligência Artificial



Fonte: Elaboração própria

A solução passa por uma interação simples entre profissionais, instituições de saúde, farmácias e/ou centros de investigação, em que o foco é a reconciliação terapêutica, tendo em conta as necessidades do utente, seguido da melhor forma de apresentar uma solução com informação respetiva. A solução permite que todos os intervenientes comuniquem entre si, sempre com a autorização e conhecimento do utente. O utente, cumprindo com o princípio da autonomia, facultará o acesso aos dados,

conforme necessidade e sua decisão consciente e ponderada. Toda a “framework” apresenta-se suportada pela interoperabilidade dos dados, respeitando os requisitos legais previstos.

O modelo sugerido apresenta um acréscimo de valor para todos os intervenientes do processo. Numa perspetiva amiga do utilizador, pretende-se que o modelo apresente os seguintes serviços (Tabela 1):

**Tabela 1** – Serviços disponibilizados pelo modelo apresentado

<b>Utilizador</b>	<b>Serviços disponibilizados</b>
<b>Utente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Segurança dos dados através de encriptação segura e de acordo com enquadramento legal</i></li> <li>- <i>Informação histórica sobre medicamentos ativos e inativos</i></li> <li>- <i>Agendamento de tomas de medicamentos</i></li> <li>- <i>Prescrição de medicamentos segura, com auxílio da IA, garantindo uma terapêutica personalizada</i></li> <li>- <i>Informação detalhada, complementar e acessível sobre medicamentos que está a tomar e possíveis reações</i></li> <li>- <i>Informação sobre existência de genéricos, origem dos genéricos, se já tomou aquele medicamento</i></li> <li>- <i>Registo escrito e fotográfico de ocorrências</i></li> <li>- <i>Informações complementares sobre farmácias de serviço, localização e horários</i></li> </ul>
<b>Profissional de Saúde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Segurança dos dados através de encriptação segura e de acordo com enquadramento legal</i></li> <li>- <i>Informação histórica sobre medicamentos ativos e inativos</i></li> <li>- <i>Agendamento de tomas de medicamentos</i></li> <li>- <i>Serviços de Inteligência Artificial para apoio à tomada de decisão</i></li> <li>- <i>Disponibilização de um conjunto de indicadores relevantes sobre utente</i></li> <li>- <i>Interoperabilidade dos dados</i></li> <li>- <i>Possibilidade de acesso em terminal móvel</i></li> <li>- <i>Acesso a base de dados de medicamentos disponíveis no país de prescrição</i></li> </ul>
<b>Instituições de Saúde Públicas e Privadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Segurança dos dados através de encriptação segura e de acordo com enquadramento legal</i></li> <li>- <i>Informação histórica sobre medicamentos ativos e inativos</i></li> <li>- <i>Agendamento de tomas de medicamentos</i></li> <li>- <i>Serviços de Inteligência Artificial para apoio à tomada de decisão</i></li> <li>- <i>Disponibilização de um conjunto de indicadores relevantes sobre utente</i></li> <li>- <i>Interoperabilidade dos dados</i></li> <li>- <i>Acesso a base de dados de medicamentos disponíveis no país de prescrição</i></li> </ul>

<b>Farmácias Hospitalares e Farmácias Comunitárias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Segurança dos dados através de encriptação segura e de acordo com enquadramento legal</li> <li>- Informação histórica sobre medicamentos ativos e inativos</li> <li>- Agendamento de tomas de medicamentos</li> <li>- Interoperabilidade dos dados</li> <li>- Comunicação e acesso mais rápido</li> </ul>
<b>Centros de Investigação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Segurança dos dados através de encriptação segura e de acordo com enquadramento legal</li> <li>- Acesso a histórico de dados para investigação</li> </ul>

**Fonte:** Elaboração própria

Considera-se que o modelo sugerido apresenta vantagens na ótica de cada interveniente. Na ótica do utente, após a prescrição, recebe o exigido SMS com informação sobre dispensa de medicamentos e o ficheiro com a guia de tratamento – em caso de internamento, esta informação ficará disponível na sua área de utilizador sem necessidade de receber SMS. Adicionalmente a esta informação, recebe esclarecimentos sobre os medicamentos que irá tomar, como uma forma de literacia em saúde. Pretendem-se reunir as bulas do medicamento, possíveis interações medicamentosas, explicações sobre o racional terapêutico de determinado medicamento e qual a forma de o tomar. Poderá ainda, por exemplo, disponibilizar algumas informações históricas, tais como saber se já tomou determinado medicamento no passado e para que patologia; quando foi a última vez que tomou e se teve ocorrências no passado com aquele medicamento ou marca; entre outras. Fica ainda com acesso ao esquema posológico que os prescritores elaboraram e a possibilidade de configurar a primeira toma com um sistema de alerta (alarmes, SMS ou outros) na sua agenda. Permitirá, igualmente, o acesso a registos documentais, sonoros e fotográficos de ocorrências durante a toma dos medicamentos, para que, em contactos posteriores com o profissional de saúde, possam ser analisados e integrados.

Tantos os profissionais de saúde como instituições de saúde, em ambiente de prescrição, irão beneficiar de serviços de inteligência artificial para apoio à tomada de decisão. Poderá aceder, de acordo com a vontade do utente, a informação relevante

sobre histórico de medicamentos e reações adversas, através de um conjunto de indicadores apresentados de forma intuitiva. Terá acesso a bases de dados de medicamentos e informação complementar sobre cada um (e.g. interação medicamentosa), organizado por princípios ativos. No ato da prescrição de medicamentos o sistema poderá alertar sobre alguma situação não conforme. O prescritor terá a possibilidade de configurar a toma do medicamento prescrito. Através de IA “machine learning”, e com a melhoria do sistema, o prescritor terá a possibilidade de tomar decisões informadas, a um nível mais detalhado e personalizado.

Ao nível das farmácias hospitalares e farmácias comunitárias, estas terão acesso à informação de uma forma mais organizada e estruturada.

Por fim, em relação aos centros de investigação, estes poderão ter acesso a dados que sejam partilháveis de acordo com a legislação em vigor. O volume de dados gerados permitirá conduzir investigações relevantes e pertinentes relacionadas com prescrição e interação medicamentosa. Permitirá, por exemplo, inferir sobre sazonalidade da medicação, regionalidade da medicação, entre outras.

#### 4.2. INTEROPERABILIDADE

A heterogeneidade no armazenamento de dados é um problema atual no que diz respeito à troca de dados num sistema de informação de saúde digital. Os autores assumem que a interoperabilidade jurídica e organizacional são duas camadas inacessíveis para si do ponto de vista prático e que estão desde logo



garantidas por força de normativas europeias, tal como é o caso do RGPD e Regulamento do Espaço Europeu de Dados em Saúde. Assim, sobram as camadas de interoperabilidade técnica e semântica que serão ultrapassadas de acordo com as seguintes propostas:

**Interoperabilidade técnica** — esta camada, em Portugal, é garantida pela SPMS — Serviços Partilhados do Ministério da Saúde, E. P. E., por ser a entidade responsável pelo desenvolvimento, manutenção e operação de vários sistemas integrados de informação na área do sector da saúde (Decreto-Lei n.º 108/2011, 2011).

Esta interoperabilidade é realizada através da LIGHT – Local Interoperability Gateway for Healthcare. É uma Plataforma de Integração Local que funciona como uma camada de integração, ou middleware, entre os produtos da SPMS e os clientes externos – como será caso da proposta dos autores. A LIGHT fornece aos sistemas internos um motor de integração configurável, padronizado e seguro, que gere as interfaces e previne o acesso não autorizado às bases de dados, permitindo a auditoria dos acessos realizados às mesmas. Os autores terão acesso à especificação utilizada pela LIGHT através de consulta pública (*Especificação Da LIGHT | SPMS, 2023*).

O principal objetivo desta plataforma é proporcionar aos sistemas internos um mecanismo confiável, padronizado e altamente configurável de integração. Esta é desenhada para integrações locais dentro das próprias instituições e utiliza o padrão de mensagens HL7 v2.5 para comunicação. Para se comunicar com o sistema central PNB (Portuguese National Broker), a plataforma utiliza o padrão HL7 FHIR (*Interoperabilidade Técnica: LIGHT; PNB; NCP – SPMS, 2023*).

**Interoperabilidade semântica** — o standard HL7 FHIR (*Fast Healthcare Interoperability Resources*) tem sido amplamente adotado por diversas empresas e governos pela sua velocidade de implementação e desenvolvimento evolutivo. (Chatterjee et al., 2022; Saripalle et al., 2019; Vorisek et al.,

2022; Xiao et al., 2021) Apresentado publicamente na sua primeira versão em 2014, conta com 12 anos de maturidade e está neste momento na sua quinta versão (v5.0.0), lançada a 26 de março de 2023 (HL7.org, 2023).

Em Portugal, os Serviços Partilhados do Ministério da Saúde (SPMS) partilharam em consulta pública as Especificações Técnicas de Interoperabilidade estrutural que farão uso do standard internacional HL7 FHIR, na sua versão r4B, fazendo ainda referência a standards semânticos internacionais como a SNOMED CT, a utilizar no Serviço Nacional de Saúde (SNS) (Serviços Partilhados do Ministério da Saúde, 2023).

Outra das alternativas propostas por diversos autores para esta camada é o standard OpenEHR. O OpenEHR consiste num conjunto de especificações abertas (“open source”) para RSE, sendo a sua referência internacional para a criação de modelos de conteúdo clínico a ISO 13606. (International Organization for Standardization, 2019) A adoção do OpenEHR ocorreu em diversos países e organizações, incluindo Inglaterra, Austrália, Suíça, Alemanha, Espanha, Holanda, Brasil, entre outros, com alguns trabalhos já publicados onde demonstram bons resultados na sua utilização, nomeadamente também em Portugal (Alves et al., 2019; Anywar et al., 2022; Pereira, 2018; Ronchi et al., 2012).

Sendo que não existe um consenso claro sobre que proposta de “standard” utilizar, os autores assumem que qualquer modelo que consiga cumprir com os parâmetros de interoperabilidade poderá ser utilizado, seja ele HL7 FHIR, OpenEHR ou até os dois em simultâneo.

Os autores consideram também que ir de encontro aos “standards” apresentados pela SPMS em Portugal facilitará o processo de desenvolvimento – HL7 FHIR e SNOMED CT. Ainda assim, existem outros disponíveis para os mais diversos níveis de categorização de dados, tal como apresentado na Tabela 2 (Centro de Terminologias Clínicas, 2023).

**Tabela 2** – Níveis de categorização dos dados

<b>Standard</b>	<b>Finalidade</b>	<b>Autor</b>	<b>Versão</b>
<b>Anatomical Therapeutic Chemical (ATC) (WHO, 2023b)</b>	<i>classifica as substâncias ativas em diferentes grupos de acordo com o órgão ou sistema em que atuam com as suas propriedades terapêuticas, farmacológicas e químicas.</i>	<i>WHOCC (Centro Colaborador da OMS para Metodologia Estatística de Medicamentos)</i>	<i>2023</i>
<b>Logical Observation Identifiers Names and Codes (LOINC) (LOINC and Health Data Standards— Regenstrief Institute, 2023)</b>	<i>pretende facilitar a troca de resultados de análises clínico-laboratoriais, como hemoglobina ou potássio, necessárias à assistência, avaliação de resultados e investigação.</i>	<i>Regenstrief</i>	<i>2.74</i>
<b>International Classification of Diseases 10-Clinical Modification/Procedure Coding System (ICD— ICD-10—International Classification of Diseases, Tenth Revision, 2023)</b>	<i>Standard de codificação hospitalar desenvolvido para maior flexibilidade, capacidade e consistência para incorporar nova informação clínica e tecnológica. São uma melhoria substancial à ICD-9-CM, o que comprova a importância da sua adoção.</i>	<i>WHO</i>	<i>2023 v7.1</i>
<b>Observational Medical Outcomes Partnership (OMOP) Common Data Model (CDM) (Data Standardization – OHDSI, 2023)</b>	<i>Este standard de dados “open source” foi projetado para padronizar a estrutura e o conteúdo de dados observacionais e permitir análises eficientes que possam produzir evidência científica confiável.</i>	<i>Observational Health Data Sciences and Informatics (OHDSI)</i>	<i>2023</i>
<b>Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms (SNOMED CT) (Home   SNOMED International, 2023)</b>	<i>terminologia clínica internacional multilíngue, atualmente utilizada em mais de 50 países, sendo o idioma oficial o inglês. Os Serviços Partilhados do Ministério da Saúde de Portugal (SPMS) adquiriram a licença de utilização do SNOMED CT, em território nacional (Portugal), desde janeiro de 2014.</i>	<i>SNOMED International</i>	<i>2023</i>

**International Classification of Primary Care (ICPC) (WHO, 2023a)** Sistema de codificação desenvolvido para utilização em Cuidados de Saúde Primários (CSP);

WONCA (Organização Mundial de Médicos de Família)  
A Associação Portuguesa de Medicina Geral e Familiar é a titular dos direitos de utilização da ICPC-2 em Portugal.

Fonte: Elaboração Própria

### 4.3. SEGURANÇA DO SISTEMA

A presente proposta, centrada no utente e cumprindo o pressuposto no artigo 25.º do RGDP — “privacy by default” —, assentará numa estrutura na nuvem onde o “backend” será implementado num prestador que esteja também em conformidade com o RGPD, i.e., Microsoft Azure (Microsoft, 2023), Amazon AWS (Amazon, 2023), Firely (Firely, 2023) ou Kodjin (Edenlab, 2023).

Deverá ser utilizada uma solução que contemple uma interface de programação de aplicações (API) para FHIR ou OpenEHR que permita uma troca rápida de dados e seja apoiada por uma oferta de Plataforma como Serviço (PaaS) gerida na nuvem. Este detalhe tornará mais simples a interação com dados de saúde, otimizando o desenvolvimento tecnológico.

A comunicação com o “backend” será feita através do protocolo HTTPS, isto significa que toda a comunicação será encriptada por certificados SSL/TLS. A base de dados será implementada na nuvem MongoDB onde toda a comunicação é feita através de TLS.

Utilizaremos criptografia em repouso usando AES256-CBC (padrão de criptografia avançada de 256 bits no modo “Cipher Block Chaining”) via OpenSSL, esta criptografia AES-256 usará uma chave simétrica, ou seja, a mesma chave para criptografar e descriptografar o texto. Os dados críticos são criptografados antes de entrar na base dados – esta criptografia ocorre ao nível do servidor e usa criptografia AES-256. A base de dados

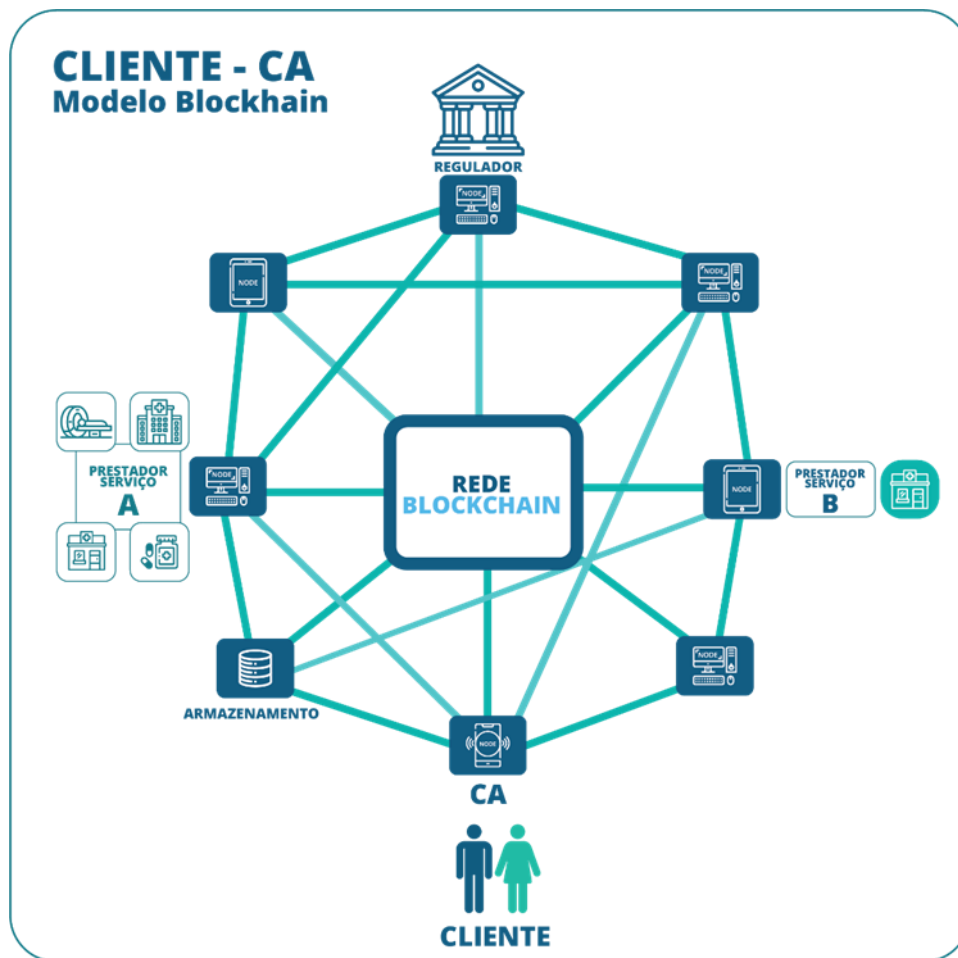
será copiada a cada 6 horas e as conexões com a base de dados são restritas ao fornecedor serviço (que contera o “backend” do aplicativo).

Será também utilizada uma técnica chamada Divisão de Dados (“Data Splitting”) através da qual os dados sensíveis serão divididos em diferentes fragmentos para os proteger contra acesso não autorizado. Nesta técnica, os dados são divididos em diferentes fragmentos e, em seguida, esses fragmentos serão armazenados numa nuvem. Mesmo que o invasor obtenha acesso a um único fragmento, ele não será capaz de identificar a pessoa pois todos os dados foram encriptados (Hassan et al., 2022).

Por exemplo, se um invasor obtiver um fragmento na nuvem que contenha informações sobre os valores de glicemia ou resultados de teste de HIV de um utente, esta informação não será útil a menos que ele saiba a quem pertencem os dados.

Far-se-á a integração da tecnologia Blockchain como proposta por (Roehrs et al., 2017), no OmniPHR. Trabalharemos num sistema centrado no paciente que lhe oferece controlo total do seu RSE. Fornecerá aos prestadores uma visão completa centrada em si quando anteriormente a informação estava dispersa por várias instituições depositárias dos seus dados de saúde. O modelo considera as diferentes instituições e o indivíduo na rede, propondo assim uma arquitetura “cliente-CA” (Figura 4).

**Figura 4** – Esquema de Blockchain “Cliente-CA”: todos os intervenientes estão ligados em rede, mas a autorização de consulta é sempre dada pelo cliente/utente



Fonte: Adaptado de Chukwu & Garg, 2020

#### 4.4. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A reconciliação terapêutica terá início quando o utente autoriza o acesso aos seus dados e o clínico inicia o ato da prescrição médica. Utilizando o nosso sistema, será possível que qualquer prestador saiba, em qualquer lugar do planeta, o historial medicamentoso do utente, desde que esteja preparado para todos os níveis de interoperabilidade.

À medida que a base de dados aumenta, aumenta também a piscina de dados que alimentará a nossa IA. Poderão ser aplicados modelos de NLP sempre o que clínico ou o utente escrevam em campos abertos (i.e., descrição de efeitos adversos esperados, protocolo personalizado para o tratamento de escabiose, etc.); poderão também ser aplicados modelos de ML capazes de processar grandes volumes de dados,

auxiliando os clínicos na resolução de problemas práticos do dia-a-dia como ajustes de dose ao peso ou à função renal, i.e.; poderá também haver lugar à análise de sons e/ou imagens. Ao permitirmos registos sonoros e fotográficos, fará sentido a integração completa das potencialidades da IA para a extração de informações úteis e relevantes.

#### 5. CONCLUSÃO

O paradigma da saúde está a modificar-se. A inovação e as novas tecnologias revelam-se um aliado essencial para a prestação de mais e melhores cuidados de saúde.

A presente investigação procurou apresentar um modelo digital de reconciliação terapêutica com recurso a Inteligência Artificial. Verificou-se que é complexo garantir todos os pressupostos técnicos e legais. Garantir uma



transmissão de dados clínicos interoperável e segura é complexo, mas exequível, e já comprovada nalguns cenários reais. Quando concretizada, estarão garantidas inúmeras vantagens ao nível da reconciliação terapêutica, tais como: concentração de informação ao nível do paciente e não do prestador; lista de medicamentos do paciente sempre atualizada e de acesso a todos os prestadores mediante autorização do paciente; rastreabilidade das alterações terapêuticas e decisões suportadas no histórico clínico registado na rede.

O impacto resultante da implementação da solução proposta será mensurável através de auditorias clínicas à morbimortalidade associada ao erro terapêutico.

## 6. LIMITAÇÕES E SUGESTÕES FUTURAS

O estudo sobre o tema não se esgota com a presente investigação. Como referimos, a Comissão Europeia (2022) apresentou uma regulamentação com o objetivo de criar um ecossistema único para a saúde digital. Por este motivo, não existe uma arquitetura transversal que seja facilmente replicada, apenas um conjunto de indicações publicadas, constituindo isto uma possível limitação.

Salientamos que a tecnologia está constantemente a evoluir, pelo que, o modelo apresentado, suportado pela arquitetura sugerida, poderá ficar desatualizado e descontextualizado, constituindo isso outra limitação.

A tecnologia de IA e BC poderão apresentar algumas restrições a nível legislativo, de custo e velocidade, quando aplicadas ao setor da saúde, constituindo outras duas limitações.

Sugere-se o desenvolvimento da aplicação e o seu teste em ambiente simulado e mais tarde em ambiente real, com o registo das opiniões dos vários participantes. Outra sugestão é o desenvolvimento de soluções para outros registos indicados como necessários para o RSE, tais como sumários clínicos e notas de alta.

## REFERÊNCIAS

- Alharbi, F., Atkins, A., & Stanier, C. (2017). Holistic strategic assessment and evaluation of cloud computing adoption: Insights from Saudi Healthcare Organisations. *2017 Internet Technologies and Applications, ITA 2017—Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Conference*, 75–80. <https://doi.org/10.1109/ITECHA.2017.8101914>
- Alluhaidan, A. S. (2022). Secure Medical Data Model Using Integrated Transformed Paillier and KLEIN Algorithm Encryption Technique with Elephant Herd Optimization for Healthcare Applications. *Journal of Healthcare Engineering*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/3991295>
- Amanat, A., Rizwan, M., Maple, C., Zikria, Y. Bin, Almadhor, A. S., & Kim, S. W. (2022). Blockchain and cloud computing-based secure electronic healthcare records storage and sharing. *Frontiers in Public Health*, 10. <https://doi.org/10.3389/FPUBH.2022.938707>
- Amazon. (2023). *Solutions for Databases | AWS Solutions Library | AWS*. <https://aws.amazon.com/pt/solutions/databases/>
- Bamiah, M., Brohi, S., Chuprat, S., & Ab Manan, J. L. (2012). A study on significance of adopting cloud computing paradigm in healthcare sector. *Proceedings of 2012 International Conference on Cloud Computing Technologies, Applications and Management, ICCCTAM 2012*, 65–68. <https://doi.org/10.1109/ICCCTAM.2012.6488073>
- Barnsteiner, J. H. (2008). Medication Reconciliation. *Agency for Healthcare Research and Quality, AHRQ*, 08, 1–1403. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK2648/>
- Bincoletto, G. (2019). A Data Protection by Design Model for Privacy Management in Electronic Health Records. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11498 LNCS, 161–181. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-21752-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-21752-5_11)

- Bologna, S., Bellavista, A., Corsob, P. P., & Zangarab, G. (2016). Electronic Health Record in Italy and Personal Data Protection. *European Journal of Health Law*, 265–277. [http://ec.europa.eu/information\\_society/digital-](http://ec.europa.eu/information_society/digital-)
- Chatterjee, A., Pahari, N., & Prinz, A. (2022). HL7 FHIR with SNOMED-CT to Achieve Semantic and Structural Interoperability in Personal Health Data: A Proof-of-Concept Study. *Sensors*, 22(10). <https://doi.org/10.3390/s22103756>
- Chukwu, E., & Garg, L. (2020). A Systematic Review of Blockchain in Healthcare: Frameworks, Prototypes, and Implementations. *IEEE Access*, 8, 21196–21214. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2969881>
- Comissão Europeia. (2019). *Recomendação (UE) 2019/243 da comissão europeia*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019H0243&from=EN>
- Comissão Europeia. (2022a). *Annexes to the Regulation of the European Parliament and of the Council on the European Health Data Space*. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/t/ST-8751-2022-ADD-1/en/pdf>
- Comissão Europeia. (2022b). *Proposta de Regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao Espaço Europeu de Dados de Saúde*. [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy\\_pt](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy_pt).
- Comissão Europeia. (2023). *Interoperability layers*. <https://joinup.ec.europa.eu/collection/nifo-national-interoperability-framework-observatory/3-interoperability-layers>
- Data Standardization – OHDSI. (2023). <https://www.ohdsi.org/data-standardization/>
- Edenlab. (2023). *TURNKEY FHIR SERVER SOLUTION FOR YOUR HEALTHCARE DATA—KODJIN*. <https://kodjin.com/kodjin-fhir-server/>
- Ekblaw, A., & Azaria, A. (2019). MedRec: Medical Data Management on the Blockchain. *Viral Communications*, 1–11. <https://viral.media.mit.edu/pub/medrec>
- Especificação da LIGHT | SPMS. (2023). <https://id.atlassian.com/login?continue=https%3A%2F%2Fid.atlassian.com%2Fjoin%2Fuser-access%3Fresource%3Ddari%253Acloud%253Aconfluence%253A%253Asite%252Ffd71cbf4-4dd3-4d07-9085-be2a776863bc%26continue%3Dhttps%253A%252F%252Fspmspt.atlassian.net%252Fwiki%252>
- Firely. (2023). *Reliable and easy FHIR Server for Health Organizations*. <https://fire.ly/products/firely-server/>
- Foundation Markle. (2003). The personal health working group final report 2003. In *Connecting for Health*. <http://research.policyarchive.org/15473.pdf>
- Gil, A. (2017). *Como Elaborar Projetos de pesquisa* (6<sup>th</sup> ed.). Atlas.
- Haleem, A., Javaid, M., Singh, R. P., Suman, R., & Rab, S. (2021). Blockchain technology applications in healthcare: An overview. *International Journal of Intelligent Networks*, 2(May), 130–139. <https://doi.org/10.1016/j.ijin.2021.09.005>
- Hameed, R. T., Mohamad, O. A., Hamid, O. T., & Tapus, N. (2016). Design of e-Healthcare management system based on cloud and service oriented architecture. *2015 E-Health and Bioengineering Conference, EHB 2015*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/EHB.2015.7391393>
- Hassan, J., Shehzad, D., Habib, U., Aftab, M. U., Ahmad, M., Kuleev, R., & Mazzara, M. (2022). The Rise of Cloud Computing: Data Protection, Privacy, and Open Research Challenges—A Systematic Literature Review (SLR). *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/8303504>
- Home | SNOMED International. (2023). <https://www.snomed.org/?lang=pt>

- ICD—ICD-10—International Classification of Diseases, Tenth Revision. (2023). <https://www.cdc.gov/nchs/icd/icd10.htm>
- Interoperabilidade Técnica: LIGHT; PNB; NCP – SPMS. (2023). <https://www.spms.min-saude.pt/2017/06/interoperabilidade-tecnica-light-pnb-ncp/>
- Jornal Oficial da União Europeia. (2016). Conteúdo UE Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados. Privacy/Privazy according to plan. <https://www.privacy-regulation.eu/pt/index.htm>
- Karnon, J., Campbell, F., & Czoski-Murray, C. (2009). Model-based cost-effectiveness analysis of interventions aimed at preventing medication error at hospital admission (medicines reconciliation). *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 15(2), 299–306. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2753.2008.01000.x>
- Koski, E., & Murphy, J. (2021). AI in Healthcare. *Studies in Health Technology and Informatics*, 284, 295–299. <https://doi.org/10.3233/SHTI210726>
- Kuo, M. H., Kushniruk, A., & Borycki, E. (2011). Can cloud computing benefit health services?—A SWOT analysis. *Studies in Health Technology and Informatics*, 169, 379–383. <https://doi.org/10.3233/978-1-60750-806-9-379>
- Kuo, T.-T., & Ohno-Machado, L. (2018). ModelChain: Decentralized Privacy-Preserving Healthcare Predictive Modeling Framework on Private Blockchain Networks. *ArXiv*. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.1802.01746>
- LOINC and Health Data Standards—Regenstrief Institute. (2023). <https://www.regenstrief.org/centers/loinc/>
- Marconi, M., & Lakatos, E. (2017). *Fundamentos de metodologia científica* (8<sup>th</sup> ed.). Atlas.
- McCarthy, J. (2007). What Is Artificial Intelligence? In *Stanford University*.
- Mena, R., & Aguiar, P. (2016). *Health Care Marketing* (1<sup>st</sup> ed.). Leya, S.A.
- Microsoft. (2023). *Azure Health Data Services—FHIR, DICOM & MedTech | Microsoft Azure*. <https://azure.microsoft.com/en-us/products/health-data-services/>
- Mosaico | Interoperabilidade. (2023). <https://mosaico.gov.pt/areas-tecnicas/interoperabilidade>
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. [www.bitcoin.org](http://www.bitcoin.org)
- Neșțian, A. Ștefan, Tiță, S., & Guță, A. L. (2020). Incorporating artificial intelligence in knowledge creation processes in organizations. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, 14(1), 597–606. <https://doi.org/10.2478/picbe-2020-0056>
- Ntafi, C., Spyrou, S., Bamidis, P., & Theodorou, M. (2022). The legal aspect of interoperability of cross border electronic health services: A study of the european and national legal framework. *Health Informatics Journal*, 28(3). <https://doi.org/10.1177/14604582221128722>
- Partin, B. (2006). Preventing Medication Errors: An IOM Report. *The Nurse Practitioner*, 31(12). [https://journals.lww.com/tnpj/Fulltext/2006/1200/Preventing\\_Medication\\_Errors\\_An\\_IOM\\_Report.2.aspx](https://journals.lww.com/tnpj/Fulltext/2006/1200/Preventing_Medication_Errors_An_IOM_Report.2.aspx)
- Pedro, J., Santos, S., Vitor De Souza, J., 2, F., Fernandes, L., 3, S., & Rodrigues De Brito, P. H. (2020). Evolução da Inteligência Artificial. *Anais Do Congresso Nacional Universidade, EAD e Software Livre*, 2(11), 1–6.
- Pereira de Lyra Júnior, D., de Souza Siqueira, J., Tenório da Silva, D., Bastos Almeida, L., Barros da Silva, W., Sousa, P., & Pereira Guerreiro, M. (2010). Erro medicamentoso em cuidados de saúde primários e secundários: dimensão, causas e estratégias de prevenção. *Revista Portuguesa de Saúde Pública, Tematico*(10), 40–46. <https://www.elsevier.es/en-revista-revista-portuguesa-saude-publica-323-articulo-erro-medicamentoso-em-cuidados-saude-X0870902510898575?referer=buscador>

- Prodanov, C., & Freitas, E. (2013). Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas de Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. In Feevale (Ed.), *Universidade FEEVALE* (2<sup>nd</sup> ed.). Feevale. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Decreto-Lei n.º 108/2011, 4694 (2011). <https://files.dre.pt/1s/2011/11/22100/0496404967.pdf>
- Rizk, D., Hosny, H., El-Horbaty, E. S., & Salem, A. B. (2020). A study on cloud computing architectures for smart healthcare services. *CEUR Workshop Proceedings*, 2753, 302–310.
- Rodrigues, B., & Andrade, A. (2021). O potencial da inteligência artificial para o desenvolvimento e competitividade das empresas: uma scoping review. *Gestão e Desenvolvimento*, 29, 381–422.
- Rodrigues, S. M., Kanduri, A., Nyamathi, A., Dutt, N., Khargonekar, P., & Rahmani, A. M. (2022). Digital Health-Enabled Community-Centered Care: Scalable Model to Empower Future Community Health Workers Using Human-in-the-Loop Artificial Intelligence. *JMIR Formative Research*, 6(4), 1–15. <https://doi.org/10.2196/29535>
- Roehrs, A., da Costa, C. A., & da Rosa Righi, R. (2017). OmniPHR: A distributed architecture model to integrate personal health records. *Journal of Biomedical Informatics*, 71, 70–81. <https://doi.org/10.1016/J.JBI.2017.05.012>
- Ross, S., Bond, C., Rothnie, H., Thomas, S., & MacLeod, M. J. (2009). What is the scale of prescribing errors committed by junior doctors? A systematic review. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 67(6), 629–640. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2008.03330.x>
- Sassatelli, E. H. (2022). Cause to Pause: Preventing medication errors with high-risk opioids. *Nursing*, 52(6), 26–30. <https://doi.org/10.1097/01.NURSE.000082988.8.93146.5D>
- Shaban-Nejad, A., Michalowski, M., & Buckeridge, D. L. (2018). Health intelligence: how artificial intelligence transforms population and personalized health. *Npj Digital Medicine*, 1(53). <https://doi.org/10.1038/s41746-018-0058-9>
- Singh, S., Pankaj, B., Nagarajan, K., P. Singh, N., & Bala, V. (2022). Blockchain with cloud for handling healthcare data: A privacy-friendly platform. *Materials Today: Proceedings*, 62, 5021–5026. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.910>
- Sun, J., Ren Id, L., Wang, S., & Yao, X. (2020). A blockchain-based framework for electronic medical records sharing with fine-grained access control. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239946>
- Tang, P. C., Ash, J. S., Bates, D. W., Overhage, J. M., & Sands, D. Z. (2006). Personal health records: definitions, benefits, and strategies for overcoming barriers to adoption. *Journal of the American Medical Informatics Association: JAMIA*, 13(2), 121–126. <https://doi.org/10.1197/JAMIA.M2025>
- Tariq, R. A., Vashisht, R., Sinha, A., & Scherbak, Y. (2023). Medication Dispensing Errors And Prevention. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519065/>
- Wagner, M. M., & Hogan, W. R. (1996). The accuracy of medication data in an outpatient electronic medical record. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 3(3), 234. <https://doi.org/10.1136/JAMIA.1996.96310637>
- Wartman, S. A., & Combs, C. D. (2019). Reimagining medical education in the age of AI. *AMA Journal of Ethics*, 21(2), 146–152. <https://doi.org/10.1001/AMAJETHICS.2019.146>
- WHO. (2017). *Medication Without Harm*. <https://www.who.int/initiatives/medication-without-harm>
- WHO. (2023a). *International Classification of Primary Care, 2<sup>nd</sup> edition (ICPC-2)*. <https://www.who.int/standards/classifications/other-classifications/international-classification-of-primary-care>



WHO. (2023b). *WHOCC—Structure and principles*.

[https://www.whooc.no/atc/structure\\_and\\_principles/](https://www.whooc.no/atc/structure_and_principles/)

Wu, H., Chan, N. K., Zhang, C. J. P., & Ming, W. K. (2019). The role of the sharing economy and artificial intelligence in health care: Opportunities and challenges. *Journal of Medical Internet Research*, 21(10), 1–4.

<https://doi.org/10.2196/13469>

Young, R. A., Fulda, K. G., Espinoza, A., Gurses, A. P., Hendrix, Z. N., Kenny, T., & Xiao, Y. (2022). Ambulatory Medication Safety

in Primary Care: A Systematic Review. *Journal of the American Board of Family Medicine: JABFM*, 35(3), 610–628.

<https://doi.org/10.3122/JABFM.2022.03.210334>

Zhang, P., White, J., Schmidt, D. C., Lenz, G., & Rosenbloom, S. T. (2018). FHIRChain: Applying Blockchain to Securely and Scalably Share Clinical Data. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 16, 267–278.

<https://doi.org/10.1016/j.csbj.2018.07.004>

## PROCEDIMENTOS ÉTICOS

**Conflito de interesses:** Nada a declarar. **Financiamento:** Nada a declarar. **Revisão por pares:** Dupla revisão anónima por pares.



Todo o conteúdo da [e<sup>3</sup> – Revista de Economia, Empresas e Empreendedores na CPLP](#) é licenciado sob *Creative Commons*, a menos que especificado de outra forma e em conteúdo recuperado de outras fontes bibliográficas.