O conceito de cidades inteligentes (CI) tem sido usado amplamente nos últimos anos, tanto em contexto académico, quanto social ou político. Especificamente poder-se-á considerar que as cidades inteligentes integram um domínio pluridisciplinar (segurança, saúde, mobilidade e/ou transportes, saneamento e distribuição de água, entre outros) sustentado pelas tecnologias e inovação, tornando-se espaços habitáveis, inclusivos e sustentáveis com novos serviços e oportunidades. As novas tecnologias existentes e as emergentes, tais como Open Data, inteligência artificial, analytics, computação na nuvem, tecnologia 5G, constituem os pilares do novo paradigma tecnológico que sustenta as cidades inteligentes. Prevê-se que, em 2050, cerca de 70% da população mundial viva em cidades, comparativamente a 30% em 1950 (World Economic Forum, 2023). Facilmente se depreende que os sistemas de saúde inteligentes (SSI) são basilares nas cidades inteligentes. Segundo Sanghavi (2020) as Tecnologias de Comunicação (TIC) elevaram a qualidade dos cuidados de saúde prestados, o que melhora os padrões de vida dos indivíduos. As aplicações tecnológicas dinamizarão os cuidados de saúde, revelando-se instrumentos relevantes de auxílio aos profissionais de saúde. É neste contexto que surge a presente reflexão. Numa primeira parte contextualizaremos o tema introduzindo cidades inteligentes — Smart Cities e saúde inteligente (SI) — Smart Health. De seguida, abordaremos as tecnologias e os benefícios da sua integração na saúde. Ainda consideraremos os desafios e considerações éticas, ilustrando com alguns casos de sucesso. Por fim, consideraremos o futuro da saúde inteligente em cidades inteligentes.

A organização World Economic Forum (2021), sustentada pela análise de diferentes visões sobre a definição de cidades inteligentes, refere de forma simples e abrangente que estas são aquelas que utilizam a tecnologia para envolver de forma eficaz os cidadãos e satisfazer as suas necessidades. Por outras palavras, é uma área urbana que recorre às tecnologias de informação para aumentar a eficiência, sustentabilidade, mobilidade, entre outros fatores, de forma a contribuir para o aumento da qualidade de vida dos seus residentes. Procuram soluções integradas para problemas reais e complexos. Afirma-se como uma resposta aos desafios crescentes das cidades atuais: aumento da população, escassez de recursos e otimização dos serviços municipais. O desenvolvimento das cidades inteligentes requer uma colaboração entre o setor público e privado, meio académico e sociedade através de parcerias estratégicas. Os dados resultantes da monitorização em tempo real permitem uma abordagem adaptativa em que as cidades evoluem continuamente em resposta às mudanças na procura e tecnologias emergentes. Estes novos ecossistemas visam o bem-estar e

melhoria da vida dos cidadãos, através da resolução dos desafios urbanos com recurso à tecnologia. Salienta-se ainda o papel do cidadão nas CI. De acordo com Alves (2019) os cidadãos devem ser os protagonistas no processo de inovação tecnologia e melhoria da qualidade de vida.

A saúde Inteligente (SI) é uma solução para os desafios do setor da saúde em CI e procura promover uma abordagem proativa e centrada no utente. Sanghavi (2020) apresenta uma distinção entre e-health, m-health e s-health. O primeiro surge no seguimento da ampla aplicação das TIC no contexto da saúde. Os registos eletrónicos de saúde, bases de dados biomédicos e saúde pública constituem uma mais-valia para os profissionais de saúde e sociedade. O segundo, m-health surge no seguimento do desenvolvimento dos dispositivos moveis, como é o caso dos smartphones. Estes são utilizados para educar os indivíduos sobre cuidados de saúde preventivos, prática de medicamentos, etc. Possibilitou ainda o desenvolvimento de aplicações móveis na área da saúde para os utentes, profissionais de saúde, estudantes e investigadores. Permitiu alcançar um grande número da população, mesmo em zonas no interior dos países. Já smart health (s-health) é a combinação de m-health com sensores inteligentes (e.g. sensores vestíveis). Utiliza a comunicação móvel sem fios, comunicação omnipresente, TICs e infraestrutura de sensores inteligentes e sensores vestíveis. É a aplicação da tecnologia na área da saúde, com o objetivo de melhorar a prestação de cuidados de saúde, desde o diagnóstico até aos tratamentos. Admite um ecossistema de saúde mais conectado, acessível e eficiente. O recurso à recolha e análise de dados em tempo real pode melhorar a monitorização do utente e consequentemente levar a diagnósticos mais precisos e intervenções oportunas. A integração de várias tecnologias de informação com os sistemas de saúde, como por exemplo sensores vestíveis, dispositivos médicos inteligentes, levam a uma abordagem mais holística da saúde. Poderemos considerar alguns exemplos atuais como as consultas médicas remotas, telessaúde ou prescrição eletrónica.

As CI e SI dependem de várias tecnologias para transformar a visão em realidade. A Internet das Coisa (IoT) é o que impulsiona as CI e por consequência os SSI. Na ótica dos SSI está patente a disrupção na forma como a monitorização e gestão dos utentes é realizada. Permite a criar uma rede de diapositivos médicos e a monitorização constante de vários parâmetros dos utentes, transmitindo dados em tempo real para os profissionais de saúde. Representa vantagens não só para a monitorização de, por exemplo, doentes crónicos, mas

também para a deteção precoce de problemas de saúde, traduzindo-se em intervenções rápidas que reduzem o número de internamentos. Se é verdade que possibilita que os profissionais de saúde monitorizem a evolução da saúde do utente, também é verdade que promove a autogestão e prevenção das doenças por parte dos utentes.

Deve-se referir alguns dos desafios que podem surgir. A interoperabilidade entre os diferentes diapositivos e plataformas é uma preocupação. Quando se aborda a questão da interoperabilidade, é necessário considerar quatro níveis distintos: *jurídico* (capacidade de cooperar em diferentes enquadramentos legais), *técnico* (capacidade de sistemas colaborarem de forma eficaz), *semântico* (garantir que as informações trocadas sejam compreendidas em todas as fases do processo e *organizacional* (disponibilizar serviços facilmente identificáveis, acessíveis e centrados no cidadão) (Comissão Europeia, 2023; *Mosaico | Interoperabilidade*, 2023). O Big Data assinala o ponto de viragem tanto para as CI como na SI. Representa uma quantidade massiva de informações que supera a capacidade humana de análise convencional. A recolha, o processamento e a interpretação de grandes volumes de dados estão a impulsionar avanços significativos em eficiência, previsão e qualidade de vida.

São vários os benefícios resultantes da simbiose entre saúde e tecnologias, dos quais podemos salientar rapidamente:

- Melhoria na monitorização de utentes/clientes — A tecnologia permite um acompanhamento em tempo real de vários parâmetros de saúde por parte dos profissionais de saúde o que permite uma abordagem proativa identificando possíveis problemas antecipadamente o que leva a uma intervenção rápida. Na ótima dos utentes proporciona uma sensação de segurança e bem-estar.
- Acesso facilitado a informações médicas — O processo de transição digital e a digitalização dos processos dos utentes e a sua integração em sistemas de saúde baseados na interoperabilidade leva a um acesso aos dados de saúde facilitado quer o utente esteja numa instituição de saúde pública ou privada, numa ou outra cidade. O acesso instantâneo aos dados do utente (resultados de exames, diagnósticos, tratamentos, alergias a medicamentos) acelera e sustenta a tomada de decisão. Na ótica do utente permite que estes consultem os seus registos clínicos, compreendam melhor os seus diagnósticos e tenham uma participação ativa nas decisões relacionadas com a sua saúde.

- Prevenção e diagnóstico mais eficazes — A análise de Big Data gerados permite uma perspetiva global dos dados de saúde em larga escala. Assim é possível observar tendências e padrões o que pode levar a diagnósticos mais precisos ou mesmo criar sistemas de alerta sustentados por algoritmos que podem notificar os profissionais de saúde sobre potencias ameaças à saúde pública. Não substituindo a experiência e conhecimento dos profissionais de saúde a análise de dados poderá aprimorar o diagnóstico clínico.

Sem embargo, os desafios da implementação de CI e SSI vão além da tecnologia. Questões éticas e preocupações sobre privacidade emergem para garantir que os benefícios sejam equitativamente distribuídos e sustentáveis respeitando a integridade de cada um.

A recolha de dados em larga escala levanta questões fundamentais sobre a privacidade e segurança dos dados. Proteger a privacidade é um desafio complexo. É relevante a implementação de medidas rigorosas de segurança cibernética para proteger esses dados: criptografia robusta, autenticação em dois fatores, práticas de gestão de risco, políticas de privacidade transparentes e consentimentos informados para garantir que os cidadãos estejam cientes da recolha dos seus dados. A tecnologia Blockchain (BC), pelas suas características (descentralização, confidencialidade, evidência de violação e capacidade de auditoria, entre outras) (Amanat et al., 2022; Roehrs et al., 2017) podem ser eficazes na partilha de informações, transações e na gestão da informação, substituindo as soluções de sistemas centralizados. Não obstante de alguns autores defenderem a BC como alternativa a sistemas centralizados, surgem alguns desafios que condicionam a sua aplicação em larga escala nomeadamente o custo e a velocidade de registo das transações (Amanat et al., 2022). Na literatura contemporânea é possível encontrar três tipos de arquitetura na aplicação da blockchain no setor da Saúde, sem que nenhum deles seja ainda considerado como padrão (Chukwu & Garg, 2020; Haleem et al., 2021; Singh et al., 2022): Blockchain com uma única Autoridade Certificadora confiável (“One-CA”); Blockchain com múltiplas Autoridades Certificadoras (“Multi-CA”) e Blockchain com Autoridade Certificadora própria do cliente (“Cliente-CA”).

A dependência da tecnologia apresenta riscos significativos, pelo que a confiabilidade dos dispositivos conectados é vital (por exemplo as decisões de tratamento podem ser baseadas em dados transmitidos pela internet). Se é verdade que a tecnologia promete eficiência e melhorias significativas, também é verdade que existe a possibilidade de interrupções e

vulnerabilidades tecnológicas. Um ataque cibernético ou uma falha sistémica pode ter impactos significativos, afetando desde o simples fornecimento de consumíveis à realização de diagnósticos e prestação de cuidados de saúde. Para mitigar estes riscos, é necessária uma estratégia integrada de diversificação dos sistemas a nível digital, infraestruturas e recursos humanos.

Neste quadro, é vital a implementação de sistemas de backup (redundâncias), protocolos de contingência e sistemas independentes que possam ser utilizados em caso de falha para mitigar esses riscos. É imprescindível investir na prevenção e estabelecer programas de segurança cibernética robusta, com monitorização e atualizações constantes. Ao nível das infraestruturas e equipamentos a falha na conetividade pode levar a decisões e tratamentos enviusados, pelo que é crucial realizar testes e prever regulamentações que garantam que os dispositivos e terminais tecnológicos respondem aos desafios segundo os mais altos padrões de qualidade e segurança.

Relativamente aos recursos humanos, tanto os profissionais de saúde como os cidadãos/utentes devem ser informados para lidar com situações em que a tecnologia poderá falhar, aumentando a sua literacia (Vaz de Almeida & Fragoeiro, 2023). Os profissionais de saúde devem ter formação e estar conscientes das limitações da tecnologia, saber sobre os protocolos de backup, medidas de contingência e como agir em situações de falha para minimizar os impactos de falhas inesperadas.

No pressuposto de que o objetivo das CI e SSI é criar cidades mais equitativas e inclusivas, deverá existir prudência para que a implementação das inovações não agrave as desigualdades existentes, criando um cenário onde só alguns é que têm acesso privilegiado à tecnologia e serviços de saúde, excluindo grupos vulneráveis. Neste âmbito, um pressuposto fundamental é o investimento em literacia em saúde (Vaz de Almeida & Fragoeiro, 2023). Salienta-se neste ponto que, se por um lado as CI e SI podem potenciar a melhoria da qualidade de vida, por outro lado também podem acentuar as assimetrias sociais e económicas. De facto, nem todos têm igual acesso à tecnologia, o que pode resultar em exclusão digital e dificuldades em participar nos benefícios. Por forma a mitigar estas assimetrias, é necessário implementar políticas que visem incluir todas as pessoas, independentemente das suas circunstâncias ou classe social, pelo que deve disponibilizar-se pontos de acesso igualitário à tecnologia e à internet em todas as áreas e criar programas de educação digital e a inclusão da população marginalizada no acesso aos vários benefícios.

Por outras palavras, a implementação de soluções em SI deve ser inclusiva. Dever-se-á desenvolver pontos de acesso à internet e programas de formação dos cidadãos. A educação digital deve ser promovida para criar uma base de conhecimento e habilidades que são cada vez mais necessários numa sociedade orientada para a tecnologia e o digital, independentemente da sua origem ou status socioeconómico.

A privacidade, como abordado anteriormente, não é a única preocupação. A investigação de dados na área da saúde, pode levantar questões éticas. Instituições, tanto públicas como privadas, que atuam no setor da saúde e tecnologia devem ser claras quanto à recolha e uso dos dados. Essa transparência cria uma base de confiança que é essencial para aceitação publica e o sucesso das várias iniciativas. Conforme os dados dos utentes são recolhidos e investigados para melhorar o diagnóstico ou tratamentos, questões sobre consentimento, privacidade e benefícios coletivos surgem como desafios éticos colocados pelo uso intensivo das tecnologias. Na realidade, o consentimento informado é um pilar da ética na recolha de dados clínicos. Por outro lado, em situações de Big Data onde se analisa um vasto número de dados que poderão levar a descobertas, a obtenção do consentimento individual para cada uso específico constitui um desafio. Não podemos desconsiderar os benefícios coletivos da análise de dados para os avanços médicos vs. a necessidade de proteger a privacidade individual. Se a análise de dados permite descobertas médicas vanguardistas, como previsão de surtos de doenças e contribui para o bem-estar coletivo, esta análise pode infringir a privacidade individual. Uma abordagem ética envolve o anonimato dos dados, sempre que possível. É premente remover informações identificáveis para proteger a privacidade dos utentes e ao mesmo tempo permitir a análise de tendências e padrões. Outras questões éticas surgem com o desenvolvimento da Inteligência Artificial e a sua aplicação no setor da saúde. Por exemplo, quem é o responsável quando um algoritmo toma uma decisão com consequências para o utente? É necessário um enquadramento legal que acompanhe estas novas tendências, que garantam ética e a segurança e que ao mesmo tempo não inibam a criatividade e inovação.

Atualmente, é possível verificar, em termos macro, vários casos de sucesso como é o caso da Estónia e o seu Sistema de Saúde Digital. Efetivamente a Estónia é um exemplo de sucesso na implementação de um sistema de saúde digital abrangente. Em termos práticos, cada cidadão possui um ID digital que permite o acesso a registos médicos eletrónicos, receitas eletrónicas e até mesmo a possibilidade de consultar médicos online. Isso resultou em maior

eficiência nos cuidados de saúde e redução de erros médicos (Luiza & Rebouças, 2023). Outro caso é da Ruanda e a entrega de sangue por drones. Em virtude das dificuldades de infraestruturas e áreas geográficas de alcance difícil, o Ruanda disponibilizou um serviço de entrega de sangue por drones. Este serviço permitiu que suprimentos médicos, como sangue e medicamentos, chegassem a áreas de difícil acesso de maneira rápida e eficiente, salvando vidas. Jeon et al. (2023) encontraram uma redução de 88% nas mortes maternas intra-hospitalares devido à hemorragia pós-parto como resultado do sistema de logística e entrega de drones. Este projeto teve início em 2016 e em 2023, inclui já uma diversidade de bens de saúde como medicamentos, suprimentos médicos, nutrição e até produtos de saúde animal.

Outro exemplo de inovação e boas práticas, vem da Alemanha, através da plataforma "Innovation in Health". Verdadeiramente, a Alemanha disponibilizou uma plataforma colaborativa que agrupa várias startups de saúde e centros de investigação para colaborar no desenvolvimento de soluções inovadoras para problemas atuais. Esta plataforma tem contribuído para a inovação no setor da saúde, resultando em avanços significativos em diagnóstico, tratamento e prevenção (Innovation in Health, 2023).

Conforme se explora os desafios e oportunidades das CI e em específico da SI é possível apurar que a inovação está a moldar o futuro de uma forma profunda e estrutural. O equilíbrio entre tecnologia, saúde e urbanizações está a redefinir a forma como se vive, interage socialmente e como se cuida da saúde dos concidadãos. Por estas razões, importa refletir sobre as implicações e responsabilidades enquanto sociedade no geral e em particular o cidadão. Os conceitos de CI e SI não são abstratos, eles podem impactar a qualidade de vida dos indivíduos.

Um futuro mais conectado implica que a tecnologia seja utilizada em prol de todos os cidadãos, independentemente da sua origem socioeconómica, localização ou educação. A educação para o digital e acesso equitativo são prioritários, nunca descurando os aspetos éticos e regulamentação, como alertamos anteriormente. Para o efeito, é basilar estabelecer procedimentos éticos sólidos, regulamentações adaptáveis e colaborativas para o uso da tecnologia em saúde. Se é verdade que o futuro da SI é cativante, também é verdade que constitui um desafio e apresenta muitas ameaças, como se pode observar um pouco por todo o mundo. Por forma a garantir que as inovações atendam às necessidades das sociedades é necessário uma colaboração interentidades, englobando governos, organizações, instituições de ensino e sociedade civil, numa hélix quadrupla ou quíntupla que se vem expandido cada

vez mais. O futuro projeta-se hoje, CI e SI são realidades fruto das escolhas e ações que definem o rumo das inovações. Não vale a pena negar isso, nem tentar travar. Importa sim adotar uma abordagem consciente, ética e orientada para o bem e bem-estar comum, para um futuro mais inclusivo, sustentável e inteligente.

Boas reflexões.

Bibliografia

Alves, L. A. (2019). Cidades Saudáveis e Cidades Inteligentes: uma abordagem comparativa. *Sociedade & Natureza*, *31*, 1–23. https://doi.org/10.14393/sn-v31-2019-47004

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

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. (2023). *Interoperability layers*. https://joinup.ec.europa.eu/collection/nifo-national-interoperability-framework-observatory/3-interoperability-layers

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

Innovation in Health. (2023, August 29). *Services & Programs — Health*. https://innovationinhealth.eu/en/services-programs/

Jeon, H., Lucarelli, C., Mazarati, J., Ngabo, D., & Song, H. (2023). Rwanda e a Entrega de Sangue por Drones: Para superar os desafios de infraestrutura e alcançar áreas remotas, o Rwanda lançou um serviço de entrega de sangue por drones. Isso permitiu que suprimentos médicos, como sangue e medicamentos, chegassem a áreas . *SSRN*. https://doi.org/10.2139/ssrn.4214918

Luiza, M., & Rebouças, W. D. A. (2023). *Estudo comparativo de interoperabilidade do sistema*

de saúde digital do Brasil e da Estônia : RNDS e e-Health Recorder.

Mosaico | Interoperabilidade. (2023). https://mosaico.gov.pt/areas-tecnicas/interoperabilidade

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

Sanghavi, J. (2020). Review of Smart Healthcare Systems and Applications for Smart Cities. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, *570*, 325–331. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8715-9_39

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

Vaz de Almeida, C., & Fragoeiro, I. (2023). *Manual de Literacia em Saúde Princípios e práticas*. Pactor.

World Economic Forum. (2021, August 24). *What is a "smart city"?* https://www.weforum.org/agenda/2021/08/what-is-a-smart-city/?DAG=3&gclid=Cj0KCQjw_5unBhCMARIsACZyzS1EKKFnET7Y3_aggBOUIRMYf0N_71xDrFsII0FHLdFX4GFsvGJ6YUoaAorrEALw_wcB

World Economic Forum. (2023, August 24). *BiodiverCities*. https://intelligence.weforum.org/topics/a1G680000004DsJEAU