

Aplicação do Paradigma “Internet das Coisas” para o Setor de Serviços e Cuidados com a Saúde: caminhos e desafios de desenvolvimento do setor a partir de análise patentária

Application of the ‘Internet of Things’ Paradigm to the Healthcare and Services Sector: pathways and development challenges from patent analysis

Maurício Rodrigues Filho¹

Genizia Islabão de Islabão¹

Douglas Alves Santos²

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

²Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Resumo

A Internet das Coisas (*Internet of Things*, em inglês, ou IoT, sua sigla no mesmo idioma) é um paradigma tecnológico que possibilita a articulação conjunta de diversos aparelhos de forma remota a partir do compartilhamento de dados. Essa capacidade abre diversas possibilidades no emprego dessa tecnologia, inclusive em serviços. Em relatório, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 2017) destacou a área de saúde como prioritária para o desenvolvimento da IoT no Brasil, e a pandemia evidenciou ainda mais sua importância. Dessa forma, o presente artigo discute oportunidades e desafios da aplicação desse paradigma tecnológico na saúde a partir do paradigma das patentes relevantes à sua aplicação já depositadas no Brasil. Para tanto, foi realizada revisão de literatura e mapeamento de patentes já depositadas no Brasil com as tecnologias mais significativas para o emprego da IoT, incluindo revisão de literatura com mapeamento de patentes. Embora o país tenha ambiente favorável para o desenvolvimento de serviços baseados em IoT, é necessário enfrentar desafios regulatórios, éticos, de uniformização de protocolos eletrônicos e proteção de dados, além de ações integradas em políticas públicas e privadas.

Palavras-chave: Internet das Coisas; Serviços de Saúde; Propriedade Intelectual; Patentes.

Abstract

The Internet of Things (IoT) is a technological paradigm that allows the joint articulation of various devices remotely through the sharing of data. This capacity opens up a variety of possibilities for the use of this technology, including in services. IoT in healthcare allows for the collection, diagnosis, and monitoring of patients inside and outside of the hospital. In a 2020 report, the National Bank of Economic and Social Development (BNDES, 2017) highlighted the healthcare sector as a priority for the development of IoT in Brazil. The pandemic has further highlighted its importance. Therefore, this article discusses the opportunities and challenges of applying this technological paradigm in healthcare from the perspective of the relevant patents already filed in Brazil for its application. To this end, a literature review and mapping of patents already filed in Brazil with the most relevant technologies for the use of IoT were conducted, including a literature review with patent mapping. Although the country has a favorable environment for the development of IoT-based services, it is necessary to address regulatory, ethical, standardization of electronic protocols, and data protection challenges, as well as integrated actions in public and private policies.

Keywords: Internet of Things; Healthcare; Intellectual Property; Patents.

Área Tecnológica: Propriedade Intelectual, Inovação e Desenvolvimento. Prospecção Tecnológica. Análise de Cenários.



1 Introdução

A Internet das Coisas (IoT) está remodelando a forma como as pessoas se relacionam com os objetos de seu ambiente. Ao interligar dispositivos à internet, os dados podem ser recolhidos e transmitidos em tempo real, dotando os indivíduos e as empresas de uma tomada de decisões mais precisa e informada. Um setor importante que pode beneficiar muito da tecnologia IoT é o setor da saúde. A IoT pode ser utilizada para oferecer cuidados médicos mais personalizados e eficientes aos pacientes, melhorando a qualidade de vida e reduzindo custos (Yin *et al.*, 2016).

Esse paradigma tecnológico pode ser descrito como uma rede que conecta dispositivos (ou coisas) exclusivamente identificáveis à internet, permitindo que eles colem, enviem, armazenem e recebam dados. Em termos de assistência médica, a IoT pode ser considerada qualquer dispositivo que possa coletar dados relacionados à saúde de indivíduos, incluindo computadores, telefones celulares e dispositivos vestíveis inteligentes (*wearables*), como relógios ou acessórios, dispositivos cirúrgicos implantáveis ou outros dispositivos portáteis, capazes de medir métricas de saúde e se conectar à internet.

No ano de 2017, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) promoveu o relatório “*Internet das Coisas: um Plano de Ação para o Brasil*” (BNDES, 2017), trazendo estudo abrangente que fornece recomendações para o desenvolvimento geral da IoT no Brasil. O relatório aponta para a grande oportunidade de negócios e inovação que a IoT pode trazer para diversos setores da economia, e define como uma das prioridades de desenvolvimento, a aplicação de tecnologias IoT voltadas para serviços de saúde.

O estudo também apresenta desafios a serem superados, como a necessidade de criar um ecossistema de inovação capaz de envolver desde *startups* até grandes empresas, o fortalecimento da capacitação e formação de mão de obra especializada e a implementação de políticas públicas que fomentem a inovação e o investimento em IoT (OECD, 2021).

Em resposta à crise de saúde pública da pandemia de COVID-19 em 2020, que efetivamente interrompeu os métodos tradicionais de prestação de serviços de saúde em todo o mundo, os esforços para reduzir as barreiras de implementação à prestação de serviços de saúde com suporte tecnológico destacam o potencial de remodelar os modelos tradicionais de atendimento em modos virtuais e remotos. Essa alternativa tecnológica tem um valor significativo no gerenciamento de condições individuais, no acompanhamento e monitoramento do progresso de quadros clínicos e na assistência à detecção precoce de anormalidades – para citar apenas alguns exemplos.

Portanto, este artigo pretende contribuir no esforço de identificação e de análise das reflexões mais relevantes sobre esse paradigma tecnológico na área da saúde, de modo a estabelecer uma discussão crítica sobre o estado da arte do tema. Foi realizado um trabalho de revisão bibliográfica da literatura existente e atualizada sobre aplicações de IoT em geral, e na saúde, em específico, de modo a fundamentar a discussão e a análise apresentadas nos demais capítulos do artigo, além de pesquisa de prospecção de patentes nas bases BuscaWeb e Lens.org de depósitos de tecnologias IoT depositadas no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

O uso da tecnologia da Internet das Coisas (IoT) na área da saúde tem o potencial de melhorar muito o bem-estar da população e de facilitar a mudança do modelo atual de atendimento primário, secundário e terciário para um modelo híbrido com ênfase na prevenção de

doenças. Essa transformação é fundamental para aprimorar o autogerenciamento de indivíduos com condições crônicas, já que o autogerenciamento do estilo de vida ocorre em grande parte fora dos ambientes clínicos, pelos próprios pacientes (Yin *et al.*, 2016).

A demanda pública por informações de saúde de fácil acesso é clara. Lippincot (2020) realizou estudo tendo por objetivo compreender a extensão do público que utiliza serviços médicos e de cuidado por meio de dispositivos móveis. O resultado apresenta um quadro em 53,2% dos usuários de *smartphones* utilizam aplicativos relacionados à saúde para a autogestão de seu estilo de vida. A inteligência artificial também impulsionou a disponibilidade de informações de saúde em pontos de atendimento, como *chatbots* (ou médicos de IA), que podem fornecer conselhos médicos e de cuidados com o bem-estar (Nadarzynski *et al.*, 2019). No entanto, é importante ter cuidado com as informações fornecidas, pois mais da metade dos aplicativos com as maiores classificações fazem afirmações médicas sem comprovação científica.

Para que os profissionais de saúde tenham recursos digitais confiáveis, são necessários dispositivos e aplicativos móveis baseados em evidências prontamente disponíveis. As prescrições digitais podem se tornar um facilitador da adoção mais ampla da IoT na área da saúde e facilitar um foco de atuação mais amplo na prevenção de doenças.

O campo da Internet das Coisas se apresenta como uma plataforma que pode se conectar e possivelmente aproveitar o conhecimento adquirido de tecnologias não relacionadas à saúde para monitorar as atividades diárias, fornecer suporte educacional e promover a transformação comportamental. Além disso, a IoT e a ligação de dados criam um grande potencial de tomada de decisões transparente e baseada em evidências, que pode ser capaz de impulsionar a mudança de padrões de doenças e aumentar o bem-estar dos cidadãos em grande escala (Pacheco *et al.*, 2019).

Belfiore, Cuccurullo e Aria (2022), a partir de análise bibliométrica e de redes, indicam que a produção científica que converge as duas temáticas está em constante crescimento, com um aumento significativo a partir de 2010. Os principais países que publicam artigos sobre a temática são os EUA, China e Alemanha; e os tópicos mais relevantes de pesquisa incluem o uso de sensores para monitoramento de pacientes, a utilização de *wearables*, o uso de redes de sensores sem fio e o uso de tecnologias de reconhecimento de fala para cuidados com a saúde.

A integração de infraestruturas urbanas, tecnologias IoT e computação em nuvem permite a coleta e a análise de uma vasta quantidade de dados humanos e não humanos relacionados a diferentes áreas. Esses dados podem fornecer informações e parâmetros valiosos no esforço de vigilância em nível populacional de doenças e acidentes, fatores de risco e condições ambientais, informações estas difíceis de reunir por meio de sistemas tradicionais de vigilância de doenças relatadas por humanos. A maior cobertura no monitoramento macro desses dados pode ser particularmente benéfica ao planejamento de respostas a pandemias.

2 Metodologia

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa, de revisão bibliográfica, e prospectiva, de prospecção de patentes de invenção. Inicialmente, foi realizada uma revisão sistemática da literatura para identificar as oportunidades e os desafios do uso de IoT na área da saúde no Brasil, além de um levantamento bibliográfico de outros artigos acadêmicos que já realizaram

esforços de prospecção tecnológica de patentes de inovações de IoT, em especial aquelas com aplicações para o setor de serviços e cuidados com a saúde. A busca por artigos científicos foi realizada nas bases de dados Scielo, Scopus e Web of Science, utilizando-se os seguintes descritores: “saúde” AND “patent*” AND “big data” AND “inova*” AND “IoT” OR “Internet das Coisas” AND “Brasil” e a aplicação do operador booleano OR para o retorno de termos equivalentes na língua inglesa (“healthcare”, “patent*”, “big data”, “innovati*”, “IoT”, “Internet of Things”, “Brazil”). Foram selecionados artigos publicados entre os anos de 2010 e 2022 que abordavam tecnologias IoT, aplicações dessas tecnologias para serviços de saúde e experiências de uso da IoT no setor de saúde.

A seleção dos artigos foi realizada em duas etapas: na primeira etapa, foram excluídos os artigos duplicados e os que não estavam relacionados ao tema da pesquisa. Na segunda etapa, os artigos restantes foram lidos na íntegra e avaliados de acordo com os seguintes critérios de inclusão: (1) o artigo apresentava uma descrição detalhada de aplicações de tecnologias IoT na área da saúde; e (2) o artigo apresenta informações relevantes (riscos, desafios e fatores críticos) sobre as formas de aplicação desse paradigma que se alinham aos pontos apontados pelo relatório “Internet das Coisas: um Plano de Ação para o Brasil”, do BNDES (2017), a respeito das oportunidades de negócio e da prestação de serviços que envolvem o paradigma da IoT na área da saúde no Brasil.

Foi também realizado um processo de prospecção tecnológica, com vistas a identificar as principais classificações IPC de patentes de tecnologias relacionadas à Internet das Coisas, a partir de parâmetros de pesquisa desenvolvidos por Shim e Choi (2021), que foram capazes de identificar as classificações IPC de pedidos de patentes para invenções que fazem uso e incorporam a tecnologia de IoT, incluindo as que são classificadas em uma única categoria e as que são classificadas em várias categorias.

As 10 classificações com maior índice de retorno foram submetidas à pesquisa de patente nas bancos de dados do INPI (*Buscaweb*) e por meio da plataforma Lens.org, a qual oferece mecanismos gráficos de representação dos resultados, no intuito de observar quantas tecnologias com aplicação IoT foram depositadas no Brasil e em quais aplicações e classificações e subgrupos IPC ocorre maior frequência em retornos. Após a realização da pesquisa, as patentes foram examinadas juntamente com seus grupos e subgrupos mais comumente retornados. Em seguida, foi criado um filtro para extrair apenas as principais classificações associadas aos resultados da busca.

3 Resultados e Discussão

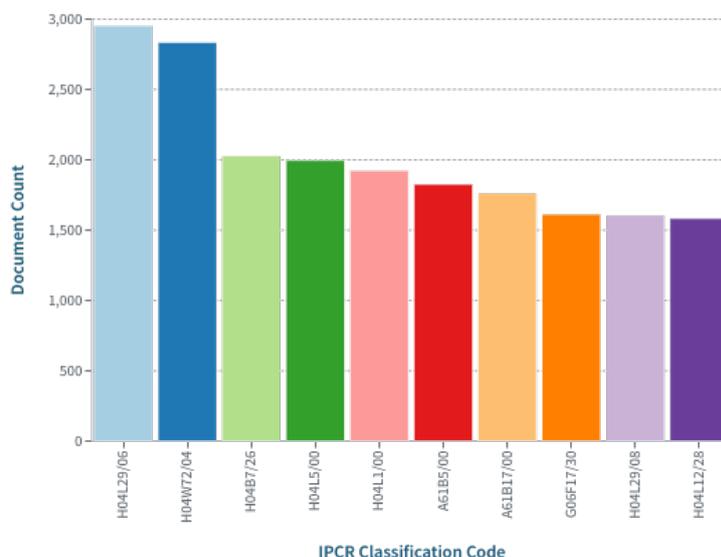
A prospecção tecnológica de patentes realizadas indica um crescente interesse no setor de IoT aplicado a serviços alimentados por informações detalhadas oferecidas pelo usuário. O levantamento bibliográfico aponta que a rede comunicacional entre dispositivos já vem sendo aplicada para serviços referentes a cuidados com a saúde. A IoT permite o tratamento não presencial de pacientes e quadros clínicos específicos, além de possibilitar a personalização de tratamentos com base em informações individuais do paciente (Rosa; De Souza; Da Silva, 2020). Além disso, a IoT pode ser usada para melhorar a eficiência do sistema de saúde, reduzindo custos e aumentando a qualidade dos serviços (Yin *et al.*, 2016).

A bibliografia selecionada também aponta específicas abordagens e aplicações de IoT na área da saúde, incluindo monitoramento de pacientes (Nazir *et al.*, 2019), traslado em tempo real de dados clínicos para profissionais de saúde (Gouda *et al.*, 2021), gestão de medicamentos (Wray; Olstad; Minaker, 2018), diagnóstico remoto (Ganesh *et al.*, 2021), entre outras.

Dispositivos e sensores vestíveis também são amplamente empregados no setor de saúde como parte da tecnologia de IoT. Eles coletam dados em tempo real que fornecem informações valiosas sobre o estado de saúde dos pacientes, permitindo a adoção de medidas preventivas ou de tratamento mais eficazes.

Da coleta de patentes referentes a tecnologias IoT, foram destacadas as cinco principais classificações IPC encontradas, que se relacionavam com as tecnologias IoT: **H04L** (Transmissão de informações digitais), **H04W** (Redes de comunicação sem fio), **H04B** (Transmissão de sinais portadores de informações), **A61B** (Diagnóstico; Cirurgia; Identificação), e **G06F** (Processamento de dados; Sistemas de computação). Essas classificações foram escolhidas de acordo com a quantidade de patentes encontradas nelas e com a importância das tecnologias de IoT associadas a cada área de especialização. Elas servem para identificar os campos de conhecimento mais relevantes para os desenvolvimentos relacionados à IoT, de modo que esses campos possam ser usados como base para estudos e pesquisas adicionais na área.

Gráfico 1 – Relação de contagem de documentos de patente por Classificação IPC



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Lens.org (2023)

Vários dispositivos de IoT foram desenvolvidos especificamente para uso na área de saúde, incluindo sensores vestíveis, dispositivos implantáveis, monitores de saúde domésticos e plataformas de telemedicina (Girardi *et al.*, 2020).

Em relação às patentes identificadas, foram encontradas diversas inovações na área de IoT aplicadas à saúde, incluindo dispositivos vestíveis, sensores, equipamentos médicos e *softwares* de gerenciamento de dados.

Destacando os 10 primeiros subgrupos com maior índice de retorno, pode-se elencar as seguintes classificações, acompanhadas por suas definições.

Quadro 1 – Relação das Classificações IPC dos registros do Gráfico 1 e suas respectivas definições

CLASSIFICAÇÃO IPC	DEFINIÇÃO
H04L29/06	“Sistemas métodos ou dispositivos de comunicação de dados que utilizam comunicação seletiva”
H04W72/04	“Redes de Comunicação sem Fio”. Gerenciamento de recursos locais, por exemplo, seleção ou reserva de recursos sem fio ou configuração de recursos sem fio”
H04B7/26	“Transmissão de sinais portadores de informações; sistema de radiodifusão; diversidade cooperativa”
H04L5/00	“Arranjos para múltiplos usos de um caminho de transmissão”
H04L1/00	“Métodos e processos executados através de codificação Forward Error Correction (FEC)”
A61B5/00	“Métodos ou dispositivos de medição com finalidades de diagnóstico; Identificação de pessoas”
A61B17/00	“Instrumentos, dispositivos ou métodos cirúrgicos”
G06F17/30	“Métodos ou sistemas de processamento de dados especialmente adaptados para propósitos administrativos, comerciais, financeiros, de gerenciamento ou de previsão de negócios”
H04L29/08	“Procedimento de controle de transmissão”
H04L12/28	“Rede para troca de dados caracterizado pela configuração de uma trajetória”

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2023)

Na leitura deste quadro, é possível observar que uma das principais áreas de inovação é o monitoramento remoto de pacientes. A aplicação prática dessas tecnologias possibilita o acompanhamento contínuo e em tempo real de sinais vitais, como batimentos cardíacos e pressão arterial (Sethi; Sarangi, 2017).

Outra área de inovação identificada é o uso de dispositivos de IoT para controle de doenças crônicas, como diabetes e hipertensão. Esses dispositivos permitem o monitoramento de níveis de glicose e pressão arterial, além de permitir a adoção de medidas preventivas e de tratamento de forma mais eficiente e personalizada.

A partir da leitura conjunta dos resultados do levantamento bibliográfico e da prospecção de patentes de invenção que contenham as classificações IPC H04L, H04W, A61B e G06F, é possível afirmar que a prestação de cuidados de saúde a partir do uso extensivo de dispositivos IoT consiste essencialmente em três camadas básicas: (1) a camada de percepção; (2) a camada de rede; e (3) a camada de aplicação (Said; Masud, 2013). Não é nossa intenção detalhar extensivamente essas qualificações; no entanto, um resumo e as oportunidades referentes à prestação de serviços relacionadas à saúde são fornecidos nas seguintes seções.

3.1 Camada de Percepção: sistemas de sensores que coletam dados

As tecnologias de percepção e identificação são a base do IoT. Sensores são dispositivos que podem perceber mudanças no ambiente e podem incluir, por exemplo, identificação por radiofrequência (RFID), sensores infravermelhos, câmeras, Global Positioning Systems (GPS), sensores médicos e sensores de dispositivos inteligentes. Esse aparato tecnológico permite o reconhecimento da percepção abrangente e detalhada dos objetos em análise (frequência car-

díaca e índices de glicose no sangue, por exemplo), além de tornar possível o reconhecimento geográfico da localização do paciente.

Dessa forma, os sinais digitais desses dispositivos permitem o monitoramento em tempo real de tratamentos e facilitam a aquisição de uma infinidade de parâmetros fisiológicos sobre um paciente, de modo que diagnósticos e tratamentos de alta qualidade possam ser acelerados.

3.2 Camada de Rede: comunicação e armazenamento de dados

O nível de rede das tecnologias IoT inclui redes com e sem fio. A comunicação entre dispositivos pode ocorrer em baixa, média ou alta frequência, sendo esta última o principal foco da IoT. Tecnologias de curto alcance, como RFID, redes de sensores sem fio, *Bluetooth*, *Zigbee*, *Wi-Fi* de baixa potência e comunicações móveis globais, são incluídas na camada de rede.

Os dados comunicados são armazenados localmente ou em um servidor em nuvem centralizado. A computação em nuvem proporciona muitos benefícios para a comunicação de dados, que opera numa dinâmica de aquisição, armazenamento e transmissão escalonável de dados entre dispositivos conectados. Dessa forma, a nuvem pode suportar registros médicos eletrônicos, dispositivos médicos IoT (como aplicativos para *smartphones*) e análises de *big data* que orientam sistemas de suporte à decisão e estratégias terapêuticas (Dang *et al.*, 2019).

Entretanto, é importante que as aplicações de nuvem na área da saúde sejam suportadas por evidências de eficácia e segurança, além de serem capazes de lidar com a segurança dos dados altamente sensíveis do usuário/cliente e a transparência perante terceiros. A centralização do armazenamento na nuvem pode apresentar problemas no futuro, como acumulação excessiva de dados e latência devido à distância entre dispositivos IoT e centros de dados.

A escalabilidade da IoT no setor de saúde pode ser aprimorada com a adoção de redes descentralizadas e de abordagens de processamento de dados. A Edge Cloud é um novo conceito de computação em nuvem que permite que sensores IoT e *gateways* de rede processem e analisem dados de forma descentralizada, reduzindo a quantidade de dados que precisam ser comunicados e gerenciados em um local centralizado (Pan; McElhannon, 2018). Da mesma forma, o armazenamento em *blockchain* adota uma abordagem descentralizada para o armazenamento de dados, criando blocos independentes que formam uma rede regulada pelo paciente, em vez de regulada por terceiros.

3.3 Camada de Aplicação

A camada de aplicação é responsável por fornecer serviços específicos ao usuário, interpretar e aplicar os dados. Na área médica, a Inteligência Artificial (IA) tem sido promissora, especialmente em aplicações científicas, como análise de imagem, reconhecimento de texto com processamento de linguagem natural, *design* de atividade de drogas e previsão de expressão de mutação genética (Miller; Brown, 2018). Com a capacidade de ler os dados de EMR, incluindo histórico médico, físico, laboratório, imagem e medicamentos, a IA contextualiza esses dados para gerar decisões e/ou possibilidades de tratamento e/ou diagnóstico.

Por exemplo, a IBM Watson usa IA para ler tanto texto estruturado quanto não estruturado no EMR, ler imagens para destacar descobertas primárias e incidentais e compilar literatura médica relevante em resposta a consultas clínicas (IBM, 2023). A assistência médica baseada

em IoT e o uso de aprendizado profundo podem ajudar os profissionais de saúde para que desenvolvam novas capacidades de diagnóstico, detectando padrões invisíveis a olho nu. A combinação de máquinas e experiência clínica aumenta a confiabilidade diagnóstica.

A IA e o aprendizado profundo (*deep learning*) também podem otimizar o gerenciamento de doenças, fornecer dados e análises de *big data* e estão começando a ser adotados na assistência médica. Alguns exemplos incluem prever risco, resultados médicos futuros, decisões de cuidados em diabetes e saúde mental e a progressão de várias doenças, como insuficiência cardíaca congestiva, doença óssea, mal de Alzheimer, classificação de tumores benignos e malignos e arritmias cardíacas (Pham *et al.*, 2017). Embora a confiança diagnóstica possa nunca atingir 100%, a IA e o aprendizado profundo podem fornecer novas e aprimoradas capacidades de diagnóstico.

Em todas essas esferas, é necessário observar padrões técnicos e de protocolos eletrônicos que viabilizam a interoperabilidade de dispositivos. Contudo, não há ainda a definição uniformizada de protocolos de comunicação sem fio. Cada nova *startup* de tecnologia no setor, dispositivo ou fabricante de sistema define sua própria arquitetura específica, protocolos e formatos de dados, que não conseguem se comunicar com o ambiente de saúde, razão que pode impor falhas na comunicação entre máquinas. Sem um sistema unificado, padronizado e interoperável, a adoção de IoT na área da saúde será grandemente dificultada e é improvável que tenha alcance internacional.

A interoperabilidade semântica em IoT é uma condição necessária para que as técnicas de prospecção e de análise de dados possam apoiar os processos de tomada de decisão (Rubí; Gondim, 2020) – cumpre menção ao conceito de “*Silos Verticais*” que exigem o desenvolvimento de novos recursos para conceder interoperabilidade entre diferentes sistemas (Reidy *et al.*, 2023). O futuro e o pleno potencial da saúde habilitada por IoT dependem da abordagem da operação conjunta de diferentes aparelhos. Portanto, alcançar a interoperabilidade de dispositivos de IoT é uma necessidade tecnológica e deve ser foco para reguladores e autoridades públicas do setor.

3.4 Modelos de Negócio

Depois de apontar as aplicações práticas dessas tecnologias e tendo em vista o relatório do BNDES (2017), é possível identificar possíveis modelos de negócio em prestação de serviços à saúde pautados em IoT que farão uso intensivo dessas inovações tecnológicas.

A primeira envolve serviços de monitoramento remoto de pacientes, em que quadros clínicos, etapas de tratamentos medicamentosos e o progresso na saúde dos pacientes oferecem dados de sinais vitais em tempo real para profissionais de saúde a partir de tecnologias de comunicação sem fio, utilizadas para transmitir essas informações de forma segura e confiável.

A segunda envolve o atendimento e o controle remoto de dispositivos, úteis no uso médio para situações em que é necessário ajustar os parâmetros de um dispositivo sem a presença física de um profissional da saúde. Além de servir como forma de triagem remota, em que os pacientes podem ser avaliados por profissionais de saúde, permite também o diagnóstico e tratamento precoce de diversas doenças. Outro aspecto importante de se considerar é a capacidade organizacional da prestação ao serviço de saúde, impulsionada pela interconectividade desses dados, posto que prontuários médicos, relatórios e demais informações que envolvem o quadro clínico do paciente são armazenados em banco de dados inteligentes.

Por fim, essas novas tecnologias possibilitam modelos de negócio baseados em aplicativos de saúde móvel (*Mobile Health* ou *mHealth*), que podem ser utilizados por celulares e *wearables* (relógios inteligentes – *smartwatches* – por exemplo), que monitoram e coletam dados referentes à leitura da pressão arterial, gerenciamento de medicamentos, monitoramento de glicose (para pacientes diabéticos), avaliação do sono, para o acompanhamento da rotina de atividades físicas, entre tantas outras possíveis aplicações.

Todos esses dados coletados possibilitam ao profissional de saúde dar mais fundamentos a decisões com relação ao tratamento, às recomendações ao paciente, entre tantas outras possibilidades capazes de ser realizadas em um intervalo muito menor de tempo e, em casos de menor urgência, dispensar o atendimento presencial.

4 Considerações Finais

A tecnologia IoT tem o potencial de transformar o setor de serviços médicos no Brasil e de impulsionar modelos de negócios inovadores no setor, oferecendo novas maneiras de monitorar a saúde do paciente, gerenciar dados médicos, diagnosticar quadros clínicos, munir o profissional de saúde de informações para a melhor tomada de decisões, etc. Conforme a adoção de serviços de saúde com suporte tecnológico aumenta para permitir que os sistemas de saúde entreguem modelos flexíveis de cuidados, um número crescente de práticas tradicionais de entrega de serviços de saúde serão complementadas ou substituídas por meio da IoT.

As patentes de invenção relacionadas às classificações IPC selecionadas podem ser aplicadas em modelos de negócios inovadores em serviços de saúde baseados em IoT, como serviços de monitoramento remoto de pacientes, serviços de telemedicina e serviços de gerenciamento de doenças crônicas. A aplicação intensiva dessas soluções pode trazer inúmeros benefícios para a prestação de serviços de saúde, desde a melhoria da qualidade do atendimento até a redução de custos e a otimização dos processos.

No entanto, a adoção e a implementação dessas tecnologias requerem uma abordagem cuidadosa e estratégica. Os prestadores de serviços de saúde precisam estar cientes dos riscos envolvidos no uso de tecnologias IoT e garantir que as aplicações atendam às regulações e às diretrizes pertinentes. A proteção de dados também é um fator crítico que precisa ser devidamente apreciado, estando empresas e profissionais de saúde em plena conformidade com a Lei n. 13.709/2018 (Lei Geral de Proteção de Dados – LGPD) e outras regulamentações aplicáveis. Dessa forma, a implementação da IoT em cuidados de saúde dependerá de um código de prática claro e robusto para a gestão de dados, privacidade, confidencialidade e cibersegurança referentes ao fornecimento e ao uso de dispositivos IoT em cuidados de saúde.

5 Perspectivas Futuras

O risco cibernético, em especial a proteção e inviolabilidade dos dados de pacientes, é um dos principais obstáculos para a ampla adoção da IoT. A privacidade deve ser garantida para evitar a identificação e o rastreamento não autorizados. Nessa perspectiva, quanto maior o nível de autonomia e inteligência dos dispositivos, maiores são os desafios para a proteção de identidades e de privacidade.

No Brasil, a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), que entrou em vigor em setembro de 2020, estabelece as regras para o tratamento de dados pessoais, incluindo aqueles coletados por meio de tecnologias IoT. Uma das principais exigências da nova legislação é a de que as empresas e as organizações que coletam, armazenam e utilizam dados pessoais de seus usuários/clientes devem obter o consentimento explícito desses indivíduos para a utilização desses dados. Além disso, a LGPD estabelece obrigações quanto à segurança dos dados e à transparência no tratamento deles.

Outro desafio é a regulamentação específica para a utilização de tecnologias IoT na área da saúde. No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) é responsável por regular o uso de equipamentos médicos e produtos para a saúde. Essa regulamentação pode ser complexa e exigir a realização de testes clínicos e a obtenção de certificações específicas para a utilização de tecnologias IoT na área da saúde.

Ademais, a Inteligência Artificial vêm se tornando um elemento cada vez mais relevante nas discussões a respeito de novas tecnologias. No caso da IoT, prescrições médicas e procedimentos cirúrgicos – apenas para citar dois exemplos – podem ser associados a estruturas de rede complexas. Elementos éticos, porém, precisam também ser melhor esclarecidos, por exemplo, quando optar pelo atendimento presencial ou remoto. Afinal, a busca pela “eficiência” no atendimento pode levar à negligência do profissional.

O Conselho Federal de Medicina (CFM), o órgão regulador que estabelece as normas e as diretrizes para a prática médica no Brasil, ainda não possui normativas aptas para lidar com essas tecnologias. Isso pode tornar difícil, para os prestadores de serviços de saúde, implementar tecnologias IoT sem violar as diretrizes éticas do CFM.

Nesse aspecto, outro elemento que virá ao centro das discussões é a responsabilização civil por eventuais erros e danos sofridos pelo usuário/cliente/paciente. Isso inclui garantir que os dispositivos IoT estejam seguros contra invasões e ataques cibernéticos, bem como garantir que as informações médicas dos pacientes sejam protegidas e armazenadas adequadamente. Ademais, torna-se necessário criar um marco regulatório sobre a Inteligência Artificial capaz de apontar a quem seria atribuída a responsabilização por esses eventuais danos.

Por fim, é importante que os prestadores de serviços de saúde sejam cuidadosos e diligentes na implementação de tecnologias IoT em saúde. Isso pode incluir trabalhar com especialistas em tecnologia e regulamentação para garantir que as tecnologias IoT estejam em conformidade com as normas e as diretrizes existentes, bem como trabalhar com pacientes e outras partes interessadas para garantir que a privacidade e a segurança das informações médicas sejam mantidas em todos os momentos. Igualmente, é necessário que as autoridades (políticas e regulatórias) estejam atentas às inovações implementadas e sugiram formas de regulação, sem frear o avanço da inovação tecnológica no setor.

Referências

ANTUNES, A. M. S. *et al.* Métodos de Prospecção Tecnológica, Inteligência Competitiva e Foresight: principais conceitos e técnicas. In: RIBEIRO, N. M (org.). **Prospecção tecnológica**. 1. ed. Salvador: IFBA, 2018. p. 19-108.

ALMEIDA, S. do C. D. de; SOARES, T. A. Os impactos da Lei Geral de Proteção de Dados: LGPD no cenário digital. **Perspectivas em Ciência da Informação**, [s.l.], v. 27, n. 3, 2022.

BELFIORE, A.; CUCCURULLO, C.; ARIA, M. IoT in healthcare: A scientometric analysis. **Technological Forecasting and Social Change**, [s.l.], v. 184, 1º nov. 2022.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Internet das Coisas**: um plano de ação para o Brasil. São Paulo: McKinsey & Company, nov. 2017.

BRASIL. **Lei Ordinária n. 9.609, de 19 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre a proteção da propriedade intelectual de programa de computador, sua comercialização no País, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9609.htm. Acesso em: 25 fev. 2023.

BRITO, C. V. dos S. P.; SANTOS, V. M. L. dos. Mapeamento Tecnológico dos Registros de Software de Gerenciamento de Projetos de Pesquisa: análise prospectiva no Brasil. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 13, n. 1, p. 242, 2020.

CHEN, H. S. *et al.* Blockchain in Healthcare: A Patient-Centered Model. **Biomedical Journal of Scientific & Technical Research**, [s.l.], v. 20, n. 3, p. 15.017-15.022, 2019.

DANG, L. M. *et al.* A Survey on the Internet of Things and Cloud Computing for Healthcare. **Electronics**, [s.l.], v. 8, n. 7, p. 768, jul. 2019.

DE PAULA, D.; RUARO, M. B.; RUARO, J. A. Prospecção de Tecnologias para Telerreabilitação: inovação nos atendimentos fisioterapêuticos. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 15, n. 1, p. 161-177, 1º jan. 2022.

DOS SANTOS, C. S. A.; GALVÃO, L. O.; OLIVEIRA, L. A. dos S.; PEREIRA, J. C. Proposta de avaliação da Política Nacional de Segurança da Informação por Processo de Análise Hierárquica. **Perspectivas em Ciência da Informação**, [s.l.], v. 27, n. 4, 2022.

GANESH, D. *et al.* Automatic Health Machine for COVID-19 and Other Emergencies. In: 2021 INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATION SYSTEMS & NETWORKS (COMSNETS), 2021, p. 685-689. **Anais [...]**. [S.l.], 2021.

GIRARDI, Francesco *et al.* Improving the Healthcare Effectiveness: The Possible Role of EHR, IoMT and Blockchain. **Electronics**, [s.l.], v. 9, n. 6, p. 884, 2020.

GOMES JÚNIOR, F. da S. Desenvolvimento sustentável: conceitos, modelos e propostas para mensurações. **Revista Ambientale**, [s.l.], v. 3, n. 3, p. 85-98, 2012.

GOUDA, P. *et al.* Feasibility of Incorporating Voice Technology and Virtual Assistants in Cardiovascular Care and Clinical Trials. **Current Cardiovascular Risk Reports**, [s.l.], v. 15, n. 8, p. 13, 20 jun. 2021.

IBM – INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION **Artificial Intelligence in Medicine**. 2023. Disponível em: <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence-medicine>. Acesso em: 24 abr. 2023.

KELLY, J. T. *et al.* The Internet of Things: Impact and Implications for Health Care Delivery. **Journal of Medical Internet Research**, [s.l.], v. 22, n. 11, p. e20135, 2020.

KÖNIG, E. *et al.* Patentes e Inovação: estudo de caso em um hospital. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 15, n. 3, p. 687-704, 1º jul. 2022.

- LARA, J. E. *et al.* Admirável mundo novo na perspectiva da tríade: Internet das Coisas, pessoas e mercados. **Perspectivas em Ciência da Informação**, [s.l.], v. 26, n. 2, 2021.
- LIPPINCOT, B. *et al.* Survey of User Needs: Mobile Apps for mHealth and People with Disabilities. **Lecture Notes in Computer Science**, [s.l.], v. 12.377, p. 266-273, 2020. Acesso em: 24 abr. 2023.
- LEE, S.; CHOI, J.; SAWNG, Y. Foresight of Promising Technologies for Healthcare-IoT Convergence Service by Patent Analysis. **Journal of Scientific & Industrial Research**, [s.l.], v. 78, p. 489-494, aug. 2019.
- MILLER, D. D.; BROWN, E. W. Artificial Intelligence in Medical Practice: The Question to the Answer? **The American Journal of Medicine**, [s.l.], v. 131, n. 2, p. 129-133, 1 fev. 2018.
- NADARZYNSKI, T. *et al.* Acceptability of artificial intelligence (AI)-led chatbot services in healthcare: A mixed-methods study. **Digital Health**, [s.l.], v. 5, 2019.
- NAZIR, S. *et al.* Internet of Things for Healthcare Using Effects of Mobile Computing: A Systematic Literature Review. **Wireless Communications and Mobile Computing**, [s.l.], v. 2019, p. e5931315, 14 nov. 2019.
- OECD – ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Rising from the COVID 19 crisis: Policy responses in the long-term care sector. **OECD Policy Responses to Coronavirus**. 15 dez. 2021. Disponível em: <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/rising-from-the-covid-19-crisis-policy-responses-in-the-long-term-care-sector-34d9e049/>. Acesso em: 24 abr. 2023.
- PACHECO, N. *et al.* Smart Cities and Healthcare: A Systematic Review. **Technologies**, [s.l.], v. 7, n. 3, p. 58, 2019.
- PAN, Jianli; MCELHANNON, James. Future Edge Cloud and Edge Computing for Internet of Things Applications. **IEEE Internet of Things Journal**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 439–449, 2018.
- PHAM, T. *et al.* Predicting healthcare trajectories from medical records: A deep learning approach. **Journal of Biomedical Informatics**, [s.l.], v. 69, p. 218-229, 1º maio, 2017.
- REIDY, C. *et al.* ‘The plural of silo is not ecosystem’: Qualitative study on the role of innovation ecosystems in supporting ‘Internet of Things’ applications in health and care. **Digital Health**, [s.l.], v. 9, p. 20552076221147110, 2023.
- ROSA, C. M.; DE SOUZA, P. A. R.; DA SILVA, J. M. Inovação em saúde e internet das coisas (IoT): Um panorama do desenvolvimento científico e tecnológico. **Perspectivas em Ciência da Informação**, [s.l.], v. 25, p. 164-181, 30 out. 2020.
- RUBÍ, J. N. S.; GONDIM, P. R. de L. Interoperable Internet of Medical Things platform for e-Health applications. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, [s.l.], v. 16, n. 1, p. 1550147719889591, 1º jan. 2020.
- SAID, Omar; MASUD, Mehedi, Towards Internet of Things: Survey and Future Vision, **International Journal of Computer Networks**, [s.l.], v. 5, p. 1-17, 2013.
- SETHI, P.; SARANGI, S. Internet of Things: Architecture, Protocols, and Applications. **Journal of Electrical and Computer Engineering**, [s.l.], v. 2.17, p. 1-25, 2017.
- SHIM, J.; CHOI, J. H. Curriculum of IoT by IPC Code Analysis of Patents. **Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering**, [s.l.], v. 25, n. 11, p. 1.642-1.648, 2021.

VAN DER PUTTE, D. *et al.* A Social Robot for Autonomous Health Data Acquisition Among Hospitalized Patients: An Exploratory Field Study. *In: 2019 14th ACM/IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN-ROBOT INTERACTION (HRI)*, 2019, p. 658-659. **Anais [...]**. [S.l.], 2019.

WRAY, A.; OLSTAD, D. L.; MINAKER, L. M. Smart prevention: A new approach to primary and secondary cancer prevention in smart and connected communities. **Cities**, [s.l.], v. 79, p. 53-69, 1º set. 2018.

YIN, Y. *et al.* The internet of things in healthcare: An overview. **Journal of Industrial Information Integration**, [s.l.], v. 1, p. 3-13, 1 mar. 2016.

ZARPELON, M. C. *et al.* Digital technologies: promoting sustainable development for the youth field. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, [s.l.], v. 19, n. 1, p. 64-70, 2015.

Sobre os Autores

Maurício Rodrigues Filho

E-mail: mau.rodriguesxr@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2072-3359>

Graduado em Direito pela Faculdade Nacional de Direito da Universidade Federal do Rio de Janeiro em 2020.

Endereço profissional: Rua Vital, n. 352, Loja B, Quintino Bocaiúva, Rio de Janeiro, RJ. CEP: 21380-210.

Genizia Islabão de Islabão

E-mail: genizia.islabao@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0866-5766>

Doutora em Química pelo Instituto Militar de Engenharia (IME) em 2011.

Endereço profissional: Av. Ipiranga, n. 6.681, Prédio 99a, sala 212, Porto Alegre, RS. CEP: 90619-900.

Douglas Alves Santos

E-mail: dougsaints@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2829-8112>

Doutor em Tecnologias de Processos Químicos e Bioquímicos pela Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (EQ/UFRJ) em 2014.

Endereço profissional: Rua Marechal Deodoro, n. 344, 8ºAndar, Centro, Curitiba, PR. CEP: 66010-020.