

# Prospecção Tecnológica de Soluções de Internet das Coisas na Saúde

## *Technological Prospecting on Internet of Health Things Solutions*

Tecia Vieira Carvalho<sup>1</sup>

Maria Liliane Moura Gomes<sup>2</sup>

Rossana Maria de Castro Andrade<sup>3</sup>

Evilasio Costa Junior<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Núcleo de Estudos e Pesquisas do Norte e Nordeste, Fortaleza, CE, Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil

<sup>3</sup>Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil

### Resumo

A Internet das Coisas na saúde (do inglês, *Internet of Health Things – IoHT*) provê soluções tecnológicas utilizando dispositivos inteligentes capazes de monitorar e de atuar sobre o ambiente e de trocar informações entre si por meio da internet, o que vem permitindo grandes avanços nos serviços de saúde. Nesse contexto, este artigo teve como objetivo realizar a prospecção tecnológica de soluções IoHT por meio de uma pesquisa quantitativa em fontes acadêmicas e bancos de dados de patentes. Foi utilizada a Methodi Ordinatio, bem como o mapeamento de patentes, usando a ferramenta Orbit Intelligence. A China lidera os depósitos de patentes nesse setor, seguida pelos Estados Unidos. O crescimento exponencial de pedidos de patentes em 2019 e 2020 indica um interesse crescente em IoHT. No entanto, a não apresentação do Brasil entre os principais atores sugere a necessidade de realizar mais investimentos na área e de firmar acordos internacionais para melhor exploração da tecnologia.

Palavras-chave: Internet das Coisas na Saúde; Saúde Digital; Methodi Ordinatio.

### Abstract

The Internet of Health Things (IoHT) provides technological solutions using intelligent devices capable of monitoring and acting on the environment, and exchanging information with each other via the internet, which has enabled major advances in health services. In this context, this article aims to carry out technological prospecting of IoHT solutions through quantitative research in academic sources and patent databases. Methodi Ordinatio was used, as well as patent mapping using the Orbit Intelligence tool. China leads patent filings in this sector, followed by the United States. The exponential growth in patent applications in 2019 and 2020 indicates a growing interest in IoHT. However, the fact that Brazil is not one of the main players suggests the need for greater investment in the area and international agreements to better exploit the technology.

Keywords: Internet of Health Things; e-Health; Methodi Ordinatio.

Áreas Tecnológicas: Internet das Coisas. Tecnologias Médicas. Comunicação Digital.



# 1 Introdução

A busca pelo conforto, pela comodidade, pela economia e, principalmente, pela eficiência, combinada com a evolução acelerada do desenvolvimento científico e tecnológico, gerou inúmeras inovações de grande impacto global que alcançaram todas as áreas da sociedade. Em particular, tem-se a Internet das Coisas (em inglês, *Internet of Things – IoT*) que desempenha um papel importante na integração de dispositivos eletrônicos inteligentes dotados de sensores e atuadores capazes de monitorar e de atuar no ambiente onde esses dispositivos estão inseridos. Seu objetivo é garantir a comunicação entre diferentes dispositivos por meio da internet, criando um ambiente integrado e inteligente no qual a identificação dos dados, o processamento computacional e a comunicação ocorrem de forma automática e com mínima intervenção humana (Kaiser *et al.*, 2021).

O termo “Internet das Coisas” apareceu pela primeira vez em 1999, na fala do pesquisador britânico Kevin Ashton, durante um evento sobre tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) (Ashton, 2009). A Internet das Coisas inclui o uso de protocolos de comunicação e de dispositivos de detecção, como sensores, *scanners* a laser, sistemas de identificação por radiofrequência e outros, para conectar dispositivos ao sistema de controle da internet, possibilitando a criação de produtos e de serviços que oferecem um alto valor agregado, sem a necessidade constante de intervenção humana (Ferrag *et al.*, 2021). O resultado dessa interconexão é, inclusive, capaz de tomar decisões.

É importante ressaltar que o conceito de “objeto físico” na IoT tem alcance global. Nesse contexto, as “coisas” na Internet das Coisas podem incluir uma ampla gama de itens, desde objetos feitos pelo homem até organismos vivos equipados com implantes de monitorização, como *biochips* e monitores cardiovasculares (Shin, 2010). A saúde passou, dessa forma, a usufruir dos benefícios da IoT e, então, tecnologias capazes de conseguir resultados semelhantes, em se tratando de cuidados com a saúde, começaram a ser desenvolvidas. A IoT traz novas perspectivas para a saúde, com mais soluções tecnológicas, sociais e econômicas (Ketu; Mishra, 2021).

Conhecida como Internet das Coisas na Saúde – *Internet of Health Things (IoHT)*, ou ainda Internet das Coisas Médicas (IoMT), a IoHT emergiu como um passo promissor na transformação do setor dos cuidados de saúde. Ao conectar dispositivos médicos, sensores e dispositivos de saúde à Internet para realizar a análise de dados, a IoT redefine a forma como os cuidados de saúde são prestados e geridos (Helmi *et al.*, 2021). Essa tecnologia promete, além de transformar as práticas médicas tradicionais, oferecer novos serviços médicos. A evolução dessa tecnologia permite monitoramento em tempo real, atendimento remoto ao paciente, detecção precoce de problemas de saúde e melhores resultados para os pacientes. Tais melhorias permitem o monitoramento contínuo, o tratamento personalizado e o atendimento remoto. A transmissão de dados em tempo real facilita a intervenção precoce e reduz complicações e readmissões hospitalares. A IoHT também simplifica o gerenciamento de medicamentos com dispositivos inteligentes que lembram os pacientes de preencher as prescrições e fornecem informações sobre adesão aos medicamentos. Nos hospitais, os dispositivos médicos conectados otimizam a eficiência operacional, permitindo uma melhor gestão de recursos e um atendimento mais eficaz aos pacientes, sem descartar a importância da análise dos profissionais de saúde (Osama *et al.*, 2023).

Quanto ao armazenamento das informações, devido ao grande volume de dados, a IoHT tende a se combinar com a computação em nuvem para permitir a criação de serviços mais

escaláveis (Elmisery; Rho; Aborizka, 2017). Além disso, para melhor aproveitamento dos ativos médicos e, conseqüentemente, para a redução de custos com aquisição de equipamentos, existem estudos que avaliam a utilização da realidade aumentada (do inglês, *Augmented Reality* – AR) juntamente com a IoHT, a fim de criar interfaces de AR interativas que podem recriar digitalmente equipamentos hospitalares sofisticados para oferecer aos técnicos e aos médicos oportunidades de treinamento, os chamados gêmeos digitais da tecnologia (Farouk *et al.*, 2020).

Outra tecnologia que está emergindo em decorrência do avanço da IoHT é a de segurança da informação. É necessária a utilização de meios que garantam a segurança das informações, devido aos dados sensíveis que são tratados vindos de milhões de dispositivos físicos incorporados, já que cada dispositivo IoT está interligado e expõe dados que podem potencialmente afetar a privacidade e o bem-estar pessoal dos seus utilizadores (Ferrag *et al.*, 2021). Nesse contexto, de acordo com o artigo publicado por Irwansyah *et al.* (2023), destaca-se a necessidade de realizar mais pesquisas sobre questões éticas relacionadas à privacidade do paciente, incluindo a propriedade dos dados, os possíveis riscos de exploração das informações de saúde e as formas de tornar o uso da tecnologia mais seguro em termos de segurança da informação. As perspectivas econômicas da Internet das Coisas (IoT) são extremamente favoráveis. À medida que os custos de tratamentos prolongados diminuem e a longevidade e a qualidade de vida da população com doenças crônicas aumentam, graças ao acompanhamento oferecido pela IoT, a adoção dessas tecnologias por parte de indivíduos e de empresas está destinada a crescer substancialmente. Nesse sentido, estudos relacionados ao tema indicam que a IoT deverá ter um impacto econômico estimado de cerca de 4 trilhões de dólares até 2025, e esse número tem potencial para atingir 11,1 trilhões de dólares anualmente de acordo com o relatório da FierceHealthIT (Elmisery; Rho; Botvich, 2016).

Quanto ao número de conexões, estudos evidenciam um notável aumento na adoção da IoT nos últimos anos e preveem um crescimento exponencial no futuro próximo. Projeções indicam que será possível ter cerca de 500 bilhões de dispositivos IoT conectados à internet até 2030, bem acima dos 26 bilhões identificados em 2020. Espera-se um crescimento de 12% ao ano no número de dispositivos IoT (Kaiser *et al.*, 2021). Esse crescimento confirma a necessidade de garantir a estabilidade, a segurança e a adaptabilidade da tecnologia IoT para responder eficazmente às crescentes exigências das indústrias modernas (Almudayni; Soh; Li., 2023). Tais dados sinalizam um mercado bem promissor, revelando uma tendência para a disseminação por diversas áreas da sociedade.

Considerando sua perspectiva de evolução, a IoHT tem se destacado como um elemento central na medicina contemporânea, a partir do momento que possibilita a prevenção de falhas tanto mecânicas como humanas, o que resulta em redução de custos, de tempo e, principalmente, de mortes, evidenciando uma melhoria na gestão de recursos utilizados (Almudayny *et al.*, 2023).

Dessa forma, neste artigo propõe-se um mapeamento prospectivo da IoHT, que se mostra relevante, pois apresenta-se uma análise aprofundada da tecnologia IoT na saúde, a fim de identificar tanto as oportunidades quanto os desafios que se avizinham, permitindo que pesquisadores e profissionais interessados no assunto estejam na vanguarda da inovação da IoHT e se preparem para os desafios e os impactos que possam surgir, baseados em informações estratégicas para seus negócios. À medida que a Internet das Coisas (IoT) ganha espaço no âmbito da saúde, torna-se vantagem competitiva compreender as tendências que moldam o futuro dessa indústria inovadora.

## 2 Metodologia

Esta pesquisa foi realizada por meio de revisão sistemática de literatura, utilizando a metodologia *Methodi Ordinatio*, criada por Pagani, Kovaleski e Resende (2015), com o objetivo de buscar trabalhos de alta relevância de forma mais eficiente. A análise dos dados foi conduzida com um enfoque exploratório e descritivo para coletar informações disponíveis que pudessem descrever a trajetória dessa tecnologia até o momento, além de identificar tendências emergentes nesse mercado em crescimento.

Para identificar, mapear e analisar a evolução da tecnologia da Internet das Coisas no setor de saúde, foi realizada uma análise quantitativa das bases acadêmicas e dos bancos de dados de patentes por meio da análise descritiva de gráficos estatísticos gerados por meio da ferramenta Orbit Intelligence.

Em relação ao mapeamento das patentes, preliminarmente foram realizadas buscas em quatro bases de patentes: Orbit Intelligence, Patentscope (WIPO), Patentlens e Espacenet. Entre essas bases, foi escolhido o Orbit Intelligence como o para a pesquisa em virtude da variedade de gráficos gerados pela ferramenta que são úteis para a análise patentária. Após realizar a busca utilizando as palavras-chave, foram analisadas algumas patentes e identificados os códigos da Classificação Internacional de Patentes (CIP). Posteriormente, foram realizadas novas buscas combinando palavras-chave e códigos CIP com o intuito de tornar as buscas mais assertivas. O método utilizado foi a patentometria. A ferramenta foi escolhida, pois, embora se trate de um dos métodos analíticos da bibliometria, ela difere por utilizar os documentos de patentes e suas métricas (Silva; Souza; Nader, 2021).

Na *Methodi Ordinatio* foram seguidas nove etapas: estabelecer a intenção de pesquisa; realizar pesquisa preliminar; definir a combinação das palavras-chave e das bases de dados; executar a busca final nas bases; filtrar resultados; identificar fator de impacto, ano de publicação e número de citações; classificar os artigos usando o *InOrdinatio*; localizar os trabalhos integral; e fazer a leitura sistemática e a análise dos artigos (Pagani; Kovaleski; Resende, 2017). Para isso foram utilizadas três ferramentas: Mendeley, JabRef e RankIn.

Nas pesquisas conduzidas, não foi estabelecido um limite temporal específico, permitindo que se pudesse traçar a origem da tecnologia e seu progresso ao longo do tempo. Foi utilizada uma variedade de combinações de palavras-chave e de operadores booleanos para se obter os resultados mais relevantes possíveis.

## 3 Resultados e Discussão

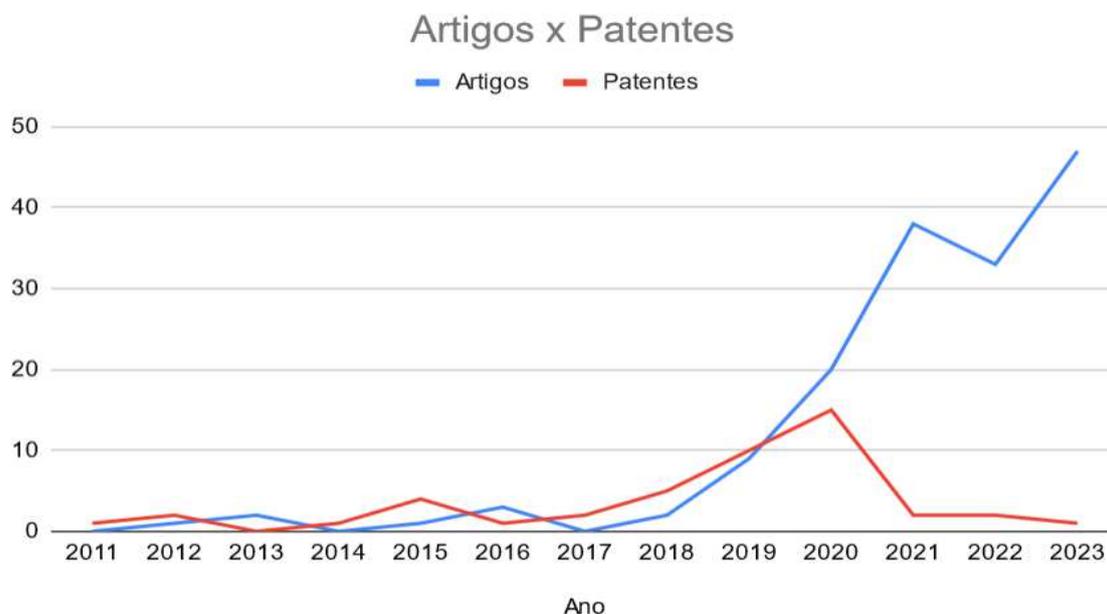
Nesta seção, apresenta-se: a organização e a consolidação dos dados provenientes da identificação de 46 patentes previamente selecionadas por palavras-chave relacionadas à *Internet of Things Health* e 114 artigos, conforme mencionado na seção anterior. Também serão abordados o comparativo entre o número de artigos relacionados ao tema *versus* a quantidade de patentes depositadas e, por meio das análises realizadas, as informações estratégicas resultantes.

Esta prospecção tecnológica apresenta os seguintes aspectos: apresentação dos resultados da metodologia da *Methodi Ordinatio*, principais atores por *status* da patente; tendência dos

investimentos no decorrer dos anos e evolução por principais atores; localização de mercado e concorrente; e áreas e tecnologias relacionadas.

A Figura 1 apresenta o gráfico comparativo da evolução do número de artigos científicos publicados e de patentes depositadas. Como não foi realizado o corte temporal, pode-se observar que foi a partir de 2011 que o tema começou a apresentar resultados. Observa-se que entre 2011 e 2017 existe um equilíbrio entre o número de artigos publicados e número de patentes depositadas. Esse dado indica que o nível de maturidade da tecnologia ainda é muito baixo, em estágio no qual os primeiros indícios de viabilidade de pesquisas futuras estão sendo analisados. Já entre 2017 e 2021, observa-se uma curva crescente tanto no número de artigos quanto no número de patentes. Esse cenário se dá pela participação conjunta da academia e de empresas no interesse pela busca de soluções tecnológicas na Internet das Coisas Médicas.

**Figura 1** – Quantidade de artigos *versus* quantidade de patentes



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2023)

Já entre 2020 e 2022, percebe-se uma queda no número de patentes depositadas e o crescimento do número de publicações de artigos, reflexo do nível de maturidade tecnológica, que avança um pouco mais, porém ainda dentro dos primeiros níveis. Em 2023, pode-se considerar o fato de que os dados ainda não estão totalmente computados, porém, considerando o interesse, os investimentos na área e a evolução da maturidade tecnológica, a expectativa é do crescimento expressivo desses números.

### 3.1 Metodologia do Methodi Ordinatio

As pesquisas por artigos científicos foram realizadas em quatro bases acadêmicas, a Scopus, a Webofscience, a Science Direct e a PubMed. Após as pesquisas, foram realizadas as filtragens por meio das ferramentas Mendeley e JabRef, que resultaram em 114 artigos, conforme apresentado no Quadro 1.

**Quadro 1** – Palavras-chave utilizadas nas buscas de artigos acadêmicos e patentes e resultados encontrados

PALAVRAS-CHAVES	BASES ACADÊMICAS				BASES DE PATENTES			
	SCOPUS	WEBOFSCIENCE	SCIENCE DIRECT	PUBMED	ORBIT	PATENTSCOPE (WIPO)	PATENTLENS	ESPACENET
"Internet of Health Things"	167	117	103	279	22	2	27	14
"internet of health things" or "ioht"	315	117	322	406	1101	81	0	4918
"Internet of Things Health"	30	117	18	0	138	51	57	109
"Internet of Medical Things"	301	131	31	1575	219	307	234	168
"Internet of Things Health" or "ioht"	1951	7	972	223	1228	110	0	5017
"Internet of Things Healthcare Applications"	6	3	3	0	2	2	0	0
"internet of healthcare things"	147	76	81	127	8	6	0	0
"ioht"	271	164	294	223	1090	59	8	4908

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2023)

Após a filtragem, foi utilizada a ferramenta de planilha eletrônica disponibilizada por Pagani, Kovalski e Resende (2015), denominada RankIn, para classificação dos artigos, utilizando o InOrdinatio. Listados os artigos, foram escolhidos os 20 artigos de maior relevância para realizar a localização dos trabalhos em formato integral, leitura sistemática e análise dos artigos, os quais estão apresentados no Quadro 2.

**Quadro 2** – Ranking de artigos científicos selecionados

AUTOR	TÍTULO	FI	ANO	CI	INORDIN
Farouk <i>et al.</i>	Blockchain platform for industrial healthcare: Vision and future opportunities	7,8	2020	280	774
Islam <i>et al.</i>	Multi-level feature fusion for multimodal human activity recognition in Internet of Healthcare Things	28,4	2023	17	454
Ferrag <i>et al.</i>	Federated Deep Learning for Cyber Security in the Internet of Things: Concepts, Applications, and Experimental Analysis	6,7	2021	93	374
Lim <i>et al.</i>	Dynamic Contract Design for Federated Learning in Smart Healthcare Applications	17,1	2021	51	338
Helmi, Dahou e Elaziz	Human activity recognition using marine predators algorithm with deep learning	18,7	2023	13	317

AUTOR	TÍTULO	FI	ANO	CI	INORDIN
Ketu e Mishra	Internet of Healthcare Things: A contemporary survey	15,7	2021	39	284
Mamdouh <i>et al.</i>	Authentication and Identity Management of IoHT Devices: Achievements, Challenges, and Future Directions	10,1	2021	45	248
Dahou, Elaziz e Helmi	Human activity recognition in IoHT applications using Arithmetic Optimization Algorithm and deep learning	7,8	2022	31	232
Elmisery, Rho e Botvich	A fog based middleware for automated compliance with OECD privacy principles in internet of healthcare things	6,7	2016	123	212
Fouda, Ksantini e Elmedany	A Novel Intrusion Detection System for Internet of Healthcare Things Based on Deep Subclasses Dispersion Information	17,1	2023	4	211
Biswas <i>et al.</i>	An XAI Based Autism Detection: The Context Behind the Detection		2021	56	184
Bi e Liu	CSEar: Metalearning for Head Gesture Recognition Using Earphones in Internet of Healthcare Things	17,1	2022	2	180
Helmi <i>et al.</i>	A novel hybrid gradient-based optimizer and grey wolf optimizer feature selection method for human activity recognition using smartphone sensors	4,4	2021	41	178
Dahou, Elaziz e Helmi	Human activity recognition in IoHT applications using Arithmetic Optimization Algorithm and deep learning	2,1	2022	31	175
Elmisery, Rho e Aborizka	A new computing environment for collective privacy protection from constrained healthcare devices to IoT cloud services		2019	87	169
More <i>et al.</i>	Security Assured CNN-Based Model for Reconstruction of Medical Images on the Internet of Healthcare Things	6,7	2020	41	166
Chang, Kantere e Ramanchadran	Emerging services for Internet of Things	15,7	2017	9	162
Kaiser <i>et al.</i>	6g access network for intelligent internet of healthcare things: Opportunity, challenges, and research directions		2021	47	154
Almudayni, Soh e Li	Enhancing Energy Efficiency and Fast Decision Making for Medical Sensors in Healthcare Systems: An Overview and Novel Proposal	6,4	2023	9	154
Jain e Semwal	A Novel Feature Extraction Method for Preimpact Fall Detection System Using Deep Learning and Wearable Sensors	6,1	2022	17	145

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2023)

### 3.2 Principais Instituições por *Status* da Patente

A Figura 2 mostra as principais instituições com patentes em seu portfólio que estão relacionadas ao tema em análise e que foram classificadas por quantidade. Essa representação apresenta um indicador dos principais desenvolvedores de tecnologia e as possíveis parcerias em se tratando de IoHT. Assim, é possível nortear ações estratégicas a serem tomadas por pesquisadores e/ou mercado brasileiro.

**Figura 2** – Principais atores



Fonte: Orbit Intelligence (2023)

Nos dados encontrados, não há nenhuma instituição brasileira entre os principais atores que registraram patentes, o que sugere que as instituições locais ainda estão nos estágios iniciais do desenvolvimento da tecnologia. Isso destaca a necessidade de um maior investimento na área de Internet das Coisas na Saúde (IoHT).

Além disso, é importante notar a predominância de empresas em vez de universidades no *ranking* dos principais atores. Isso aponta para a necessidade de um aumento significativo nos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e em inovação em IoHT em escala global, bem como a atuação de gestores de inovação junto aos pesquisadores para orientá-los a respeito da importância em registrar suas invenções não somente para a proteção, mas também como vantagem competitiva da instituição e do seu país, pois os números de registro de patentes fazem parte dos indicadores para cálculo do Índice Global de Inovação (GII), conforme destacado pela World Intellectual Property Organization (WIPO, 2022).

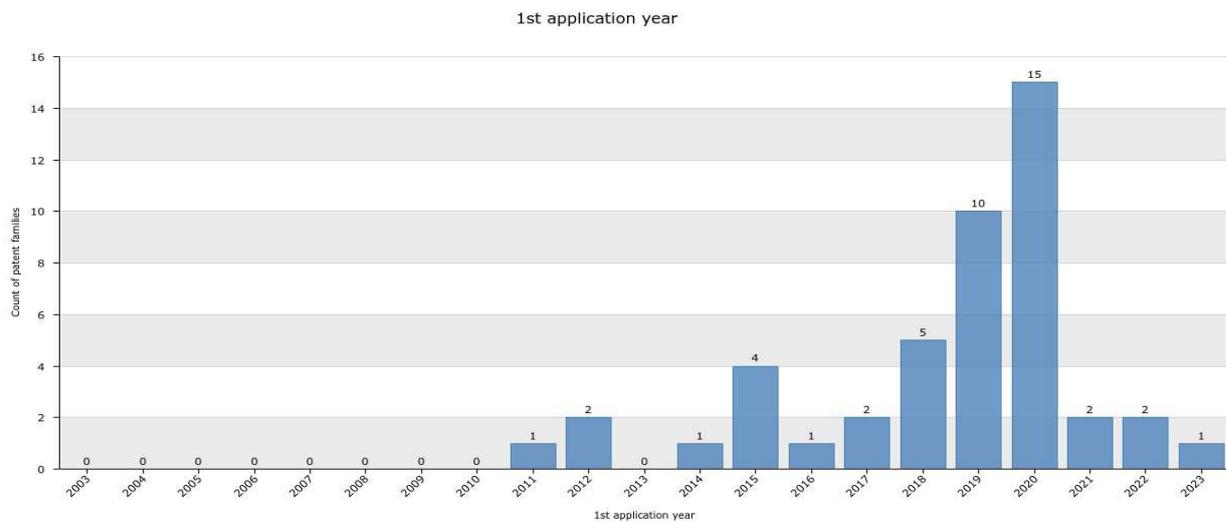
### 3.3 Evolução dos Investimentos entre 2003 e 2023

A Figura 3 apresentada a seguir mostra a tendência, ao longo do período de 2003 a 2023, dos investimentos em registros de patentes de IoHT. Compreender a dinâmica do comportamento inventivo é essencial para avaliar o grau de interesse e a maturidade da tecnologia no contexto global, ao mesmo tempo que oferece compreensão sobre as perspectivas que se pode esperar em relação a essa tecnologia. Considerando que o investimento em patente é um indicador

estratégico de estímulo à inovação, visto que confere ao depositante uma posição mais forte e competitiva em relação aos demais, as informações demonstradas no gráfico são relevantes para quem pretende investir na área, seja financeiramente ou em pesquisas.

Conforme aponta o relatório da World Intellectual Property Organization (WIPO, 2022), os números de registros de patentes cresceram consideravelmente nos últimos anos, incluindo os números do Brasil, já que, entre 2020 e 2021, o número de patentes concedidas aumentou em 31,7%. No entanto, apesar de haver esse crescimento, o Brasil ainda não aparece como ator no cenário da Internet das Coisas na Saúde, mesmo sendo detentor de muitos artigos científicos sobre o tema.

**Figura 3** – Tendência dos investimentos em patentes de IoHT



© Questel 2023

Fonte: Orbit Intelligence (2023)

Ao examinar os dados provenientes das buscas, destaca-se que o primeiro pedido de patente relacionado à *Internet of Health Things (IoHT)* foi registrado em 2011. Esse marco, ocorrido 12 anos após o surgimento do termo IoT (*Internet of Things*), é uma significativa lacuna temporal. Esse relevante espaço de tempo sugere que foi necessário um período longo para que as potenciais aplicações da tecnologia na área da saúde se consolidassem, isso devido ao seu caráter disruptivo. Essa observação ressalta não apenas a evolução da IoHT como campo de inovação, mas também a maturação gradual do entendimento sobre seu impacto e potencial transformador no setor da saúde. Diante das mudanças radicais a serem implementadas e da necessidade de inserção na sociedade, o período apresentado reflete a complexidade de adotar e de adaptar tecnologias emergentes, especialmente quando se trata de integrá-las de maneira eficaz em setores tão críticos e sensíveis quanto o setor da saúde.

No período entre 2011 a 2018, observa-se que o número de pedidos permaneceu relativamente estável. No entanto, em 2019, apresentou um aumento notável, atingindo o pico em 2020. A partir de 2021, houve um claro declínio do número de registros passando de 15 para dois depósitos. O crescimento exponencial em 2019 e 2020 sugere uma corrida pelas patentes. No entanto, o declínio nos anos seguintes deve-se a possíveis cortes orçamentais, uma conse-

quência da recessão econômica global causada pela pandemia da Covid-19 e pela concentração de esforços para controle da pandemia.

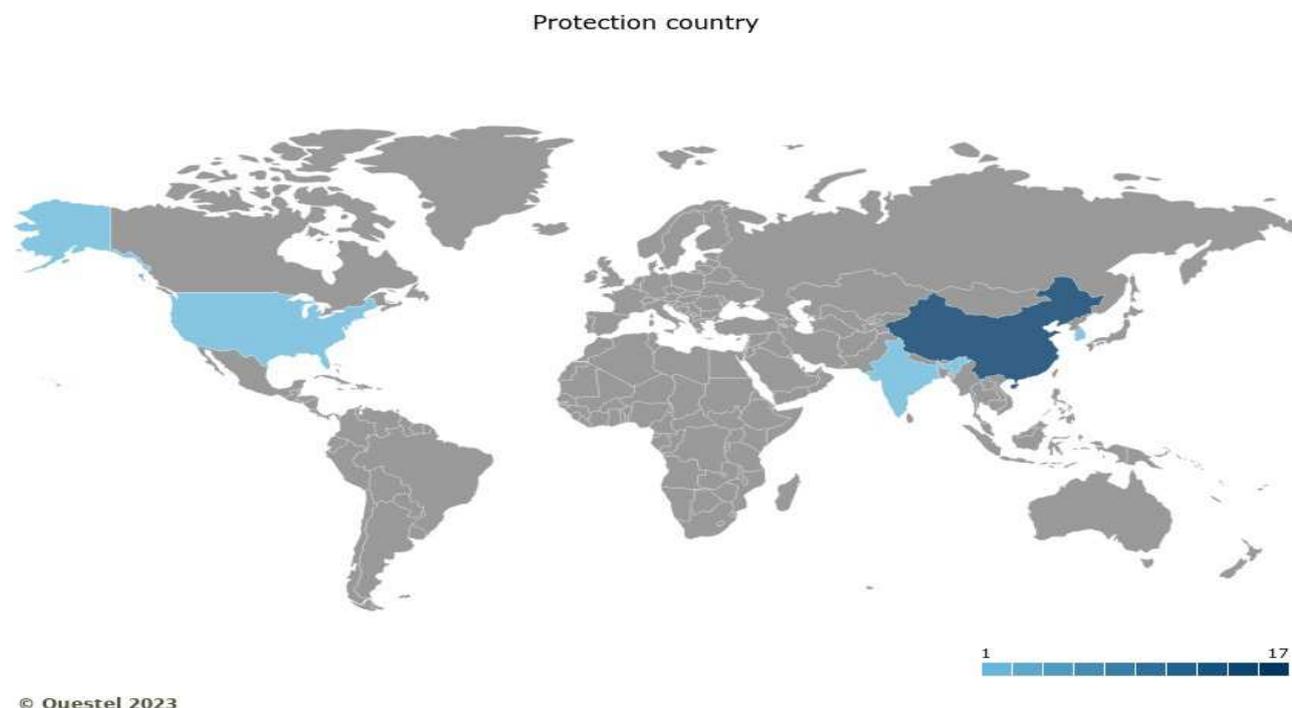
Para 2023, cabe ressaltar que os dados ainda não podem ser considerados conclusivos, pois análise desse ano ainda está em andamento. Além disso, o período de sigilo exigido de 18 meses, desde o depósito do pedido de patente até a publicação, contribui para a falta de dados completos. Nesse contexto, é importante reconhecer que os números atuais não são significativos, sugerindo que o nível de maturidade nessa fase ainda seja baixo.

Contudo, essa relativa falta de números expressivos não deve ser interpretada como um sinal de estagnação. Pelo contrário, trata-se de uma fase inicial e embrionária, revelando um mercado muito promissor a explorar. O potencial de crescimento e de inovação na intersecção da IoT e dos cuidados de saúde continua a ser significativo e espera-se que, à medida que o desenvolvimento e a inovação da IoT amadurecem, os números reflitam um aumento significativo, reforçando a sua consolidação como um setor importante no panorama tecnológico e de saúde global.

### 3.4 Localização do Mercado

Por meio da análise da Figura 4, fica evidente o destaque da China como um país líder no que diz respeito aos depósitos de patentes relacionadas à IoHT. O país detém uma significativa fatia de 36,96% das tecnologias patenteadas nos últimos 20 anos.

**Figura 4** – Localização dos mercados de depósitos de patentes de IoHT



Fonte: Orbit Intelligence (2023)

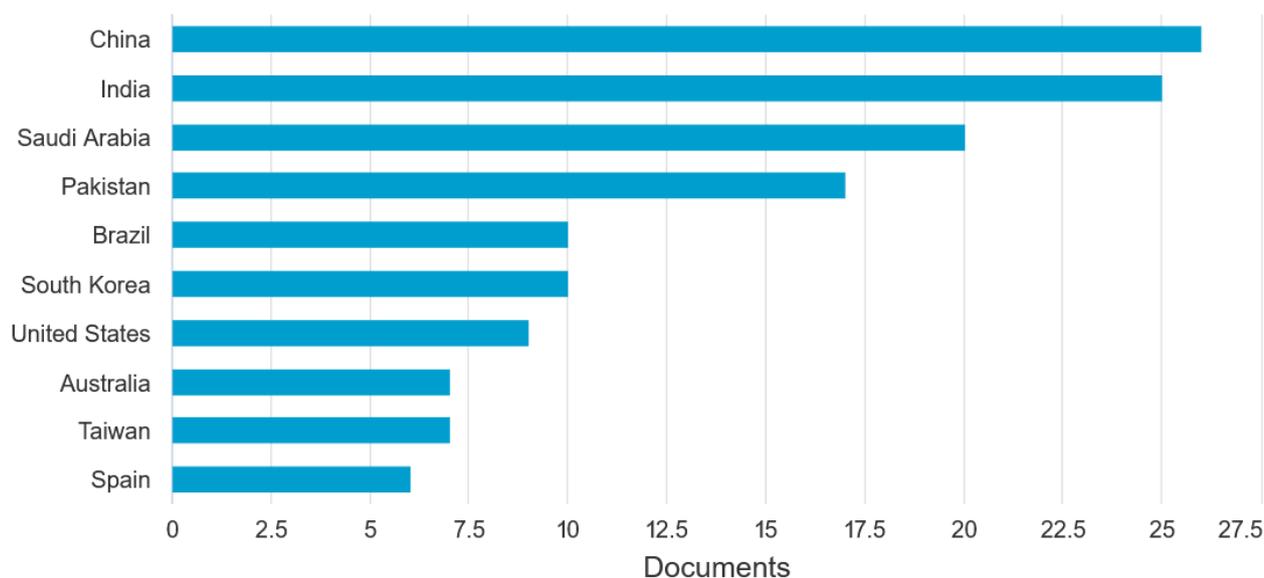
É importante ressaltar que, devido ao período de sigilo protocolar do processo de depósito de patentes, é provável que esses números subestimam a verdadeira extensão da liderança chinesa nesse campo. Esse dado não nos surpreende, uma vez que a China aparece como líder

global no *ranking* em termos de depósitos de patentes, conforme indicado pela WIPO (2023) em seu relatório de indicadores de 2022. Esse cenário é reflexo das ações do país que visam a aumentar sua presença internacional ativa na pesquisa e no desenvolvimento tecnológico. Além disso, diante dos desafios associados ao envelhecimento da população global, à imperativa melhoria nos serviços de saúde e ao crescente aumento na demanda por esses serviços, a China reconhece na IoHT uma área que converge tecnologia e saúde, o que desperta seu interesse por desenvolver soluções nesse domínio, representando uma oportunidade para impulsionar melhorias nos serviços de saúde e nos avanços significativos da medicina.

Salienta-se que, além do pioneirismo evidenciado pelo primeiro pedido de patente em 2011, outros países também se destacam como depositantes de tecnologias relacionadas à Internet das Coisas (IoT) na área da saúde. Entre esses países, estão os Estados Unidos, a Coreia e a Índia, embora, até o momento, em uma escala consideravelmente mais reduzida. A presença desses países no cenário de depósitos de patentes demonstra a disseminação global do interesse e do reconhecimento da importância da convergência entre tecnologia e saúde. Essa expansão, mesmo que em escala menor, sugere uma tendência crescente de busca por soluções inovadoras na interseção entre IoT e saúde, indicando que a IoHT vem gradualmente ganhando reconhecimento e adesão em âmbito internacional.

Conforme destacado na Figura 4, o Brasil não demonstra atividade inventiva registrada em soluções IoHT. No entanto, o país está entre os cinco primeiros países em quantidade de artigos relacionados ao tema, como evidenciado na Figura 5. Essa dualidade sugere um forte potencial de inserção no mercado, porém com a existência de algum fator que o impede de figurar entre os principais protagonistas em registros de patentes na área.

**Figura 5** – Número de artigos por país ou território

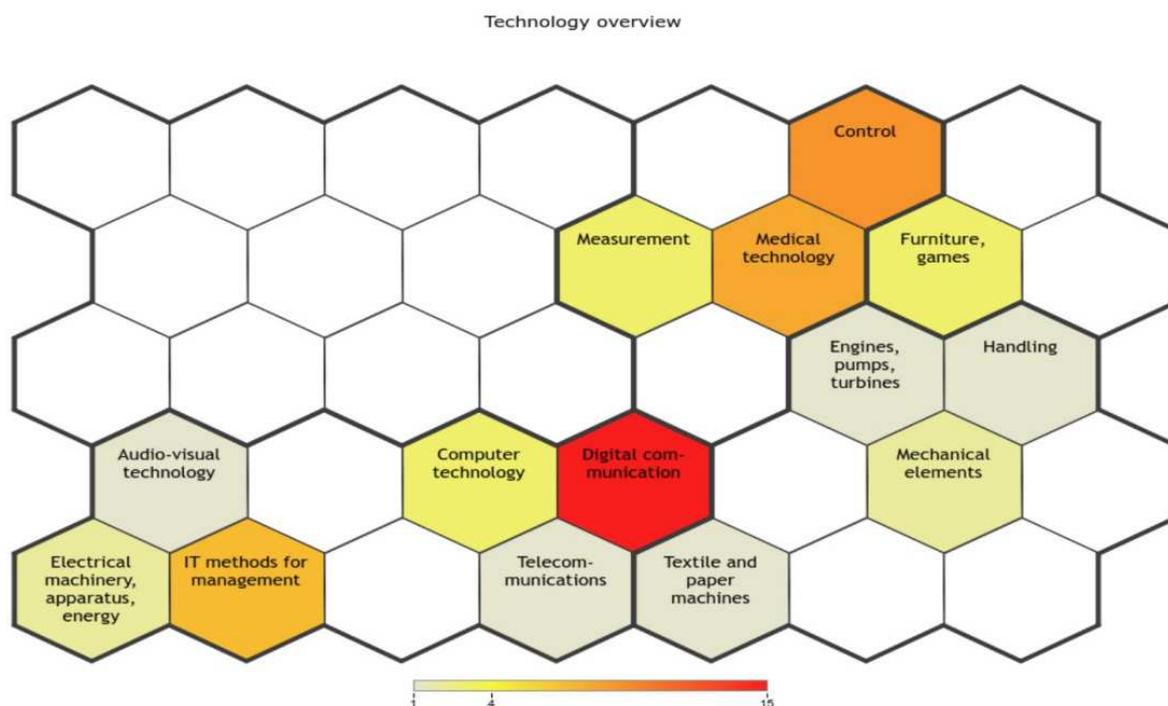


Fonte: Scopus (2023)

### 3.5 Áreas e Tecnologias Relacionadas

Quanto ao domínio tecnológico que é ilustrado pela Figura 6, pode-se identificar a diversidade do portfólio dos códigos da Classificação Internacional de Patentes (CIP) e suas diversas aplicações. Analisando especificamente a *Internet of Health Things (IoHT)*, percebe-se que os códigos da CIP estão concentrados, em sua maior parte, em setores de extrema relevância para a sociedade, como no domínio da comunicação digital, no gerenciamento, no controle e nas tecnologias médicas. Com isso, pode-se dizer que investidores reconhecem essas áreas como as mais estratégicas e promissoras para a inovação em IoHT.

**Figura 6** – Panorama das tecnologias correlacionadas com IoHT



Fonte: Orbit Intelligence (2023)

Por outro lado, as demais tecnologias apresentadas indicam áreas a serem exploradas e com potencial de patentes e indicam um vasto território de oportunidades que precisam de aprimoramento ou que podem ser melhor exploradas. Essas áreas, ainda em processo de desenvolvimento, revelam um potencial significativo para a concepção de futuras inovações com possibilidade de registro de patentes, representando um convite para a pesquisa, o desenvolvimento e para o investimento nesses nichos emergentes e promissores.

Corroborando com o que foi mencionado por Ketu e Mishra (2021), à medida que o setor da saúde incorpora os benefícios proporcionados pela *Internet of Things (IoT)*, emergem tecnologias inovadoras que transformam os paradigmas da medicina tradicional. Essa sinergia não só redefine a prática médica como também lança perspectivas que ultrapassam o campo tecnológico, sendo necessário considerar as dimensões sociais e econômicas.

Nesse contexto, a segurança dos dados emerge como uma área com alto potencial de exploração. Dada a natureza sensível dos dados manuseados no domínio da saúde, a busca por

soluções que garantam não só a eficácia, mas também a integridade e a confidencialidade do processo, poderá assegurar a utilização plena e segura de IoT nesse cenário. Ainda sobre esse tema, a inexistência da segurança entre as tecnologias listadas nos gráficos confirma a discussão trazida por Irwansyah *et al.* (2023) de que existe uma lacuna a ser pesquisada e solucionada para que a evolução da utilização da IOHT ocorra de forma responsável e sustentável.

## 4 Considerações Finais

Dentro do contexto da inovação na saúde, a Internet das Coisas da Saúde, também conhecida como *Internet of Health Things (IoHT)*, destaca-se como uma tecnologia que não apenas proporciona ganhos econômicos, mas, principalmente, benefícios para a sociedade ao modernizar a prática médica e integrá-la às tendências tecnológicas globais que convergem para formas mais inteligentes de comunicação.

A IoHT apresenta resultados significativos, como a prevenção de falhas mecânicas e de erros humanos em ambientes hospitalares por meio de monitoramento contínuo, tratamento personalizado e atendimento remoto. Essas abordagens não apenas reduzem custos, mas também diminuem o tempo necessário para a tomada de decisão, resultando em menos perdas de vidas.

A análise prospectiva da evolução da IoHT, baseada em pesquisas na análise descritiva de dados quantitativos, revisão sistemática da literatura e mapeamento de patentes, revela uma tendência crescente nos investimentos e no interesse por essa tecnologia. Projeções indicam impactos financeiros consideráveis, na ordem de trilhões de dólares, em um futuro próximo.

Destaca-se a participação proeminente da China como o principal depositante de patentes, posicionando-a como líder na inovação em IoHT. Fatores como o envelhecimento da população, a crescente demanda por serviços de saúde e o compromisso de estar à frente na inovação, na pesquisa e no desenvolvimento tecnológico fazem com o país identifique a IoHT como uma oportunidade de destaque no cenário global.

Em contrapartida, o Brasil ainda não aparece nos resultados encontrados, sinalizando o desafio de canalizar mais investimentos nacionalmente nesse mercado promissor. O país, de acordo com os resultados encontrados, quando se trata do número de artigos, está entre os cinco maiores autores, portanto, é relevante investigar as razões pelas quais o Brasil não figura entre atores em registro de patentes. Fatores que vão desde a estruturação do ecossistema de inovação até questões de interesse de pesquisadores e empresas, possivelmente influenciadas por uma cultura menos desenvolvida de proteção à propriedade intelectual, merecem análise aprofundada.

Diante disso, ao explorar a IoHT por meio de ferramentas de prospecção tecnológica, é possível identificar a China, os Estados Unidos, a Coreia do Sul e a Índia como potenciais parceiros para a troca de conhecimentos, dado o maior número de patentes depositadas. A interação internacional é importante para impulsionar a inovação nesse campo.

Além disso, destacam-se áreas específicas de exploração no domínio da comunicação digital, do gerenciamento e do controle e das tecnologias médicas, bem como as lacunas que apontam potencial exploratório, como a relacionada à segurança da informação. Essas considerações reforçam a importância de estratégias direcionadas para posicionar o Brasil de forma mais expressiva nesse cenário inovador.

## 5 Perspectivas Futuras

Considerando a crescente demanda global por soluções inteligentes que melhorem a qualidade de vida e otimizem o uso de recursos, tanto por organizações privadas quanto públicas, espera-se a destinação de altos investimentos para essas iniciativas no Brasil, visto que o país tem grande potencial de soluções em IoHT, de acordo com os números de artigos apresentados. Além disso, diante do aumento da expectativa de vida da população, a busca por cuidados médicos aprimorados torna-se um desafio inevitável, sendo que as ações para esse nicho são necessárias para a população.

Nesse contexto, sugere-se aprofundar a análise prospectiva por meio da elaboração de um *roadmap* tecnológico específico para o cenário nacional. Essa abordagem permitirá uma comparação com as tendências globais, proporcionando análises valiosas para orientar estratégias nacionais alinhadas com os avanços tecnológicos e as necessidades emergentes.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap), ao INCT para Engenharia de Software (INES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Axonal Consultoria Tecnológica Ltda. pelo apoio fornecido a esta pesquisa.

## Referências

- ALMUDAYNI, Z.; SOH, B.; LI, A. Enhancing Energy Efficiency and Fast Decision Making for Medical Sensors in Healthcare Systems: An Overview and Novel Proposal. **Sensors**, [s.l.], v. 23, n. 16, p. 7.286, 1º jan. 2023.
- ASHTON, K. That “Internet of Things” Thing. **RFID Journal**, [s.l.], 2009. Disponível em: <https://www.rfidjournal.com/that-internet-of-things-thing>. Acesso em: 17 out. 2023.
- ELMISERY, A. M.; RHO, S.; BOTVICH, D. A Fog Based Middleware for Automated Compliance With OECD Privacy Principles in Internet of Healthcare Things. **IEEE Access**, [s.l.], v. 4, p. 8.418-8.441, 2016.
- ELMISERY, A. M.; RHO, S.; ABORIZKA, M. A new computing environment for collective privacy protection from constrained healthcare devices to IoT cloud services. **Cluster Computing**, [s.l.], 11 nov. 2017.
- FAROUK, A. *et al.* Blockchain platform for industrial healthcare: Vision and future opportunities. **Computer Communications**, [s.l.], v. 154, p. 223-235, mar. 2020.
- FERRAG, M. A. *et al.* Federated Deep Learning for Cyber Security in the Internet of Things: Concepts, Applications, and Experimental Analysis. **IEEE Access**, [s.l.], p. 1-1, 2021.
- HELMI, A. M. *et al.* A Novel Hybrid Gradient-Based Optimizer and Grey Wolf Optimizer Feature Selection Method for Human Activity Recognition Using Smartphone Sensors. **Entropy**, [s.l.], v. 23, n. 8, p. 1.065, 17 ago. 2021.

IRWANSYAH, M. A. *et al.* Análise do Desenvolvimento de Pesquisa sobre o Uso da Internet das Coisas (IoT). **West Science Interdisciplinary Studies**, [s.l.], v. 1, n. 11, p. 1.260-1.270, 2023.

KAISER, M. S. *et al.* 6G Access Network for Intelligent Internet of Healthcare Things: Opportunity, Challenges, and Research Directions. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, [s.l.], p. 317-328, 17 dez. 2021.

KETU, S.; MISHRA, P. K. Internet of Healthcare Things: A contemporary survey. **Journal of Network and Computer Applications**, [s.l.], v. 192, p. 103179, out. 2021.

ORBIT INTELLIGENCE. **Busca**. 2023. Disponível em: <https://www.orbit.com/#PatentRegularAdvancedSearchPage/>. Acesso em: 21 set. 2023.

OSAMA, M. *et al.* Internet of Medical Things and Healthcare 4.0: Trends, Requirements, Challenges, and Research Directions. **Sensors**, [s.l.], v. 23, n. 17, p. 7.435, 1º jan. 2023.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, [s.l.], v. 105, n. 3, p. 2.109-2.135, 12 set. 2015.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. M. de. Avanços na composição da *Methodi Ordinatio* para revisão sistemática de literatura. **Ciência da Informação**, [s.l.], v. 46, n. 2, 2017.

SHIN, D. H. **A realization of pervasive computing**: Ubiquitous city, Picmet 2010. Phuket, Thailand: Technology Management for Global Economic Growth, 2010. p. 1-10.

SILVA, E. B. da; SOUZA, P. A. R. de; NADER, R. Tendências no âmbito da internet das coisas: um estudo patentário. **Innovar**, [s.l.], v. 31, n. 81, p. 49-59, 2021.

WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Relatório da World Intellectual Property Organization**. 2022. Disponível em: <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-941-2022-en-world-intellectual-property-indicators-2022.pdf>. Acesso em: 17 out. 2023.

WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Global Innovation Index**. 2023. Disponível em: <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2023-en-main-report-global-innovation-index-2023-16th-edition.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2023.

## Sobre os Autores

### Tecia Vieira Carvalho

E-mail: [tecia.carvalho@nepen.org.br](mailto:tecia.carvalho@nepen.org.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9999-5009>

Doutora em Biotecnologia pela Renorbio da Universidade Federal do Ceará em 2010.

Endereço profissional: Rua Barão de Aratanha, n. 1.503, Bairro de Fátima, Fortaleza, CE. CEP: 60050-125.

### Maria Liliane Moura Gomes

E-mail: [lilianemourag@gmail.com](mailto:lilianemourag@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7748-9190>

Especialista em Gestão Estratégica de Pessoas pela Faculdade Estácio do Ceará, Estácio FIC, em 2017.

Endereço profissional: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Câmpus de Fortaleza, Av. Treze de Maio, n. 2.081, Benfica, Fortaleza, CE. CEP: 60040-215.

## **Rossana Maria de Castro Andrade**

*E-mail:* rossana@ufc.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0186-2994>

Doutora em Computer Science pela University of Ottawa, Canadá, em 2001.

Endereço profissional: Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Computação, Câmpus do Pici, Bloco 910, Fortaleza, CE. CEP: 60455-760.

## **Evilasio Costa Junior**

*E-mail:* junior.facanha@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0281-2964>

Doutor em Ciências da Computação pela Universidade Federal do Ceará em 2023.

Endereço profissional: UFC, Câmpus Mucambinho, Rua Cel. Estanislau Frota, n. 563, Centro, Sobral, CE. CEP: 62010-560.