

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E  
SISTEMAS  
NÍVEL MESTRADO**

**LEANDRO TEÓFILO PINTO DOS REIS**

***HEALTHCARE 4.0 – FATORES QUE INFLUENCIAM A ADOÇÃO DE UMA  
ARQUITETURA *BLOCKCHAIN* EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DE SAÚDE***

**São Leopoldo**

**2023**

LEANDRO TEÓFILO PINTO DOS REIS

***HEALTHCARE 4.0 – FATORES QUE INFLUENCIAM A ADOÇÃO DE UMA  
ARQUITETURA *BLOCKCHAIN* EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DE SAÚDE***

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Débora Oliveira da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Cristiano André da Costa

São Leopoldo

2023

R375h      Reis, Leandro Teófilo Pinto dos.  
Healthcare 4.0 – fatores que influenciam a adoção de uma arquitetura blockchain em sistemas de informação de saúde / Leandro Teófilo Pinto dos Reis. – 2023.  
116 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, 2023.  
“Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Débora Oliveira da Silva  
Coorientador: Prof. Dr. Cristiano André da Costa.”

1. Blockchain. 2. Modelo de aceitação de tecnologia. 3. Privacidade. 4. Segurança. 5. Sistemas de informação de saúde. I. Título.

CDU 658.5

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Bibliotecária: Amanda Schuster – CRB 10/2517)

LEANDRO TEÓFILO PINTO DOS REIS

**HEALTHCARE 4.0 – FATORES QUE INFLUENCIAM A ADOÇÃO DE UMA  
ARQUITETURA BLOCKCHAIN EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DE SAÚDE**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Aprovado em 13 de dezembro de 2023

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Miguel Afonso Sellitto – UNISINOS

---

Dr. Sandro José Rigo – UNISINOS

---

Dr. Fernando Elemar Vicente dos Anjos - IFRS

Dedico este trabalho a minha amada e amorosa mãe,  
Valda Pinto dos Reis (*in memoriam*).

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, cuja presença e orientação foram fundamentais em cada etapa do meu percurso no programa de Pós-graduação. Desde o momento em que fui aceito até a conclusão desta dissertação, Sua sabedoria e inspiração me acompanharam. Sou imensamente grato pela Sua guia e cuidado ao longo dessa jornada acadêmica.

Sou imensamente grato pelo apoio e colaboração recebidos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO). Seja por meio do apoio financeiro, da facilitação na composição de horários ou da liberação de atividades, o IFTO, em especial o Campus Paraíso do Tocantins, desempenhou um papel significativo em minha jornada acadêmica. Sua contribuição foi essencial para o sucesso deste trabalho.

Gostaria de expressar minha sincera gratidão às professoras Thatiane e Gislaíne, minhas queridas amigas de trabalho do campus Paraíso do Tocantins. Sua amizade, apoio e encorajamento foram inestimáveis durante todo o processo. Cada palavra de estímulo e gesto de apoio significaram muito para mim.

Não posso deixar de mencionar a importância do meu amigo, colega de pós-graduação no PPGEPS e parceiro de pesquisa, Charles Jefferson. Sua colaboração, troca de ideias e apoio mútuo foram essenciais para o meu crescimento acadêmico e para a conclusão desta dissertação. Agradeço de coração por sua presença e contribuição.

Agradeço, de forma especial, à minha orientadora, professora Dr<sup>a</sup> Débora Oliveira da Silva, com sua sabedoria, paciência e carinho, por desempenhar um papel crucial em minha trajetória. Seus insights e orientações foram inestimáveis para a elaboração deste trabalho. Agradeço profundamente por sua dedicação e por acreditar em meu potencial. Estendo os mesmos agradecimentos ao meu coorientador, professor Dr. Cristiano André da Costa.

Gostaria de expressar minha gratidão ao Núcleo de Assistência ao Estudante (NAE) da UNISINOS, em especial aos setores de psicologia e pedagogia, por sua atenção e competência. Sua assistência e suporte foram fundamentais para superar desafios e alcançar este momento. E gostaria de expressar minha profunda gratidão à Dr.<sup>a</sup> Shaane Paniago, pela sua dedicação e cuidados médicos durante este período.

Agradeço do fundo do meu coração à minha família e amigos pelo seu apoio e compreensão. Em todas as datas especiais, férias, feriados e outros momentos em que não pude estar presente, eles compreenderam e apoiaram minha dedicação aos estudos. Seu amor, paciência e encorajamento foram essenciais para minha motivação e perseverança ao longo desse caminho. Deixo este agradecimento de forma especial aos meus queridos Fábio (primo-irmão) e Manu (irmão que a vida me deu), que estiveram mais próximos e acompanharam de perto essa jornada.

Minha gratidão também se estende à minha amada Maria Heloísa. Ela entrou em minha vida no meio desse processo e ofereceu amor, carinho, compreensão e paciência. Sua presença constante e apoio foram fundamentais para que eu pudesse superar os desafios e perseverar na busca pelos meus objetivos acadêmicos. Agradeço do fundo do meu coração por estar ao meu lado e por ser uma fonte constante de inspiração e motivação.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a minha jornada acadêmica. Seu apoio, incentivo e compreensão foram essenciais para minha motivação e perseverança ao longo desse caminho.

Que a minha gratidão a todos vocês seja plenamente sentida, e que o reconhecimento expresso aqui reflita a sinceridade e o significado de cada palavra. Que Deus abençoe a todos com Seu amor e luz.

Muitíssimo obrigado.

*“A vida já roda em uma blockchain, transações irreversíveis e imutáveis!”*

*Juliano Kimura*

## RESUMO

Nos últimos anos, o avanço das tecnologias de informação tem revolucionado vários setores, incluindo a área da saúde. A tecnologia blockchain destaca-se como uma promissora solução para aprimorar segurança, eficiência e interoperabilidade nos sistemas de saúde. Contudo, a adoção de uma nova tecnologia no setor de saúde é uma tarefa desafiadora, exigindo uma compreensão aprofundada dos fatores que influenciam a aceitação e implementação dessa inovação pelos profissionais de saúde e outros stakeholders envolvidos. Este estudo tem como objetivo principal compreender as relações entre os fatores de facilidade de uso, utilidade percebida, atitude, segurança e privacidade, governança regulatória e padrões da indústria da saúde, assim como sua relação com a intenção de adoção da arquitetura blockchain em sistemas de informação de saúde, através de uma versão estendida do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM). O estado da arte da pesquisa revela um crescente interesse na aplicação do blockchain em saúde, com projetos inovadores como o *Healthchain*, que enfatiza a segurança, integração com sensores inteligentes e compartilhamento de dados. No entanto, desafios persistem, incluindo a necessidade de infraestrutura, interconexão e conscientização entre as partes interessadas. A evolução do blockchain e dos contratos inteligentes, juntamente com o surgimento da Internet das Coisas de Saúde (IoHT), prometem transformar o setor, mas requerem cuidado na abordagem dos desafios, como interoperabilidade, segurança e privacidade. O estudo foi conduzido por meio de pesquisa aplicada, exploratória e quantitativa, envolvendo profissionais de tecnologia da informação em organizações hospitalares do Rio Grande do Sul, a análise de dados abrangeu a análise descritiva, Análise de Componentes Confirmatória (CCA) para validação dos construtos do modelo proposto, validação discriminante, teste de normalidade e Modelagem de Equações Estruturais (SEM) com PLS-SEM como uma aplicação piloto para o modelo TAM estendido proposto. A análise descritiva mostrou que líderes apresentaram menor concordância em itens sobre facilidade de uso e utilidade percebida em comparação com liderados. Os resultados indicam uma promissora relação positiva dos construtos facilidade de uso e utilidade percebida com a atitude de adotar a arquitetura blockchain. Em divergência com os principais achados da literatura, a intenção de adoção não foi influenciada positivamente pelos fatores de atitude e

utilidade percebida. A predição do construto de segurança e privacidade percebidas sobre a intenção de adoção do blockchain em sistemas de informação em saúde foi considerada promissora, embora não tenha demonstrado influência positiva na utilidade percebida. Outro destaque foi a constatação como promissora da hipótese da governança regulatória e padrões da indústria da saúde influenciar positivamente da segurança e privacidade percebidas.

**Palavras-chave:** *blockchain*; modelo de aceitação de tecnologia; privacidade; segurança; sistemas de informação de saúde.

## ABSTRACT

In recent years, advances in information technology have revolutionized various sectors, including healthcare. Blockchain technology stands out as a promising solution for improving security, efficiency and interoperability in healthcare systems. However, the adoption of a new technology in the healthcare sector is a challenging task, requiring an in-depth understanding of the factors that influence the acceptance and implementation of this innovation by healthcare professionals and other stakeholders involved. The main objective of this study is to understand the relationships between the factors of ease of use, perceived usefulness, attitude, security and privacy, regulatory governance and health industry standards, as well as their relationship with the intention to adopt blockchain architecture in health information systems, using an extended version of the Technology Acceptance Model (TAM). State-of-the-art research reveals a growing interest in the application of blockchain in healthcare, with innovative projects such as Healthchain, which emphasizes security, integration with smart sensors and data sharing. However, challenges remain, including the need for infrastructure, interconnection and awareness among stakeholders. The evolution of blockchain and smart contracts, along with the emergence of the Internet of Health Things (IoHT), promise to transform the sector, but require care in addressing challenges such as interoperability, security and privacy. The study was conducted using applied, exploratory and quantitative research involving information technology professionals in hospital organizations in Rio Grande do Sul. Data analysis included descriptive analysis, Confirmatory Component Analysis (CCA) to validate the constructs of the proposed model, discriminant validation, normality testing and Structural Equation Modeling (SEM) with PLS-SEM as a pilot application for the proposed extended TAM model. The descriptive analysis showed that leaders had lower agreement on items about ease of use and perceived usefulness compared to leaders. The results indicate a promising positive relationship between the ease of use and perceived usefulness constructs and the attitude towards adopting blockchain architecture. In divergence with the main findings in the literature, adoption intention was not positively influenced by the factors of attitude and perceived usefulness. The prediction of the perceived security and privacy construct on the intention to adopt blockchain in health information systems was considered promising, although it did not show a positive influence on perceived usefulness. Another highlight

was the promising finding of the hypothesis that regulatory governance and health industry standards have a positive influence on perceived security and privacy.

**Key-words:** blockchain; technology acceptance model; privacy; security; healthcare information systems.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Método de trabalho da pesquisa .....	40
Figura 2 – Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) .....	44
Figura 3 – Modelo estendido TAM proposto .....	47
Figura 4 – Gráfico <i>Likert</i> amostra geral .....	58
Figura 5 – Respostas dos líderes e liderados para PEOU e PU .....	61
Figura 6 – Respostas dos líderes e liderados para ATT e INT .....	62
Figura 7 – Respostas dos líderes e liderados para GHS e PSP .....	63
Figura 8 – Modelo proposto inserido no <i>SmartPLS</i> 4.0.....	66
Figura 9 – Teste de Hipóteses .....	71

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características dos estudos incluídos na revisão que propuseram propostas de aplicação. ....	32
Quadro 2 – Classificação da pesquisa .....	39
Quadro 3 – Perfil dos especialistas .....	42
Quadro 4 – Construtos e seus itens de verificação .....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Construtos .....	44
Tabela 2 – Distribuição das questões segundo os construtos .....	49
Tabela 3 – Dados sociodemográficos .....	50
Tabela 4 – Níveis de concordância dos construtos .....	55
Tabela 5 – Média geral e desvio padrão dos construtos .....	55
Tabela 6 – Construtos, itens de verificação e cargas fatorais .....	66
Tabela 7 – Normalidade do conjunto de dados .....	68
Tabela 8 – Validade Convergente e Consistência Interna .....	69
Tabela 9 – Validade Discriminante Fornell-Larcker .....	70
Tabela 10 – Resultado dos coeficientes de caminho .....	72

## LISTA DE SIGLAS

ATS	Avaliação de Tecnologias de Saúde
ATT	Atitude em adotar
EHR	<i>Electronic Health Record</i>
FHE	<i>Fully Homomorphic Encryption</i>
FL	<i>Federated Learning</i>
GHS	Governança Regulatória e Padrões da Indústria da Saúde
IA	Inteligência Artificial
INT	Intenção de adotar
IoHT	<i>Internet of Health Things</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
IPFS	<i>Interplanetary File System</i>
PEOU	Facilidade de uso percebida
PHR	<i>Personal Health Record</i>
PSP	Segurança e Privacidade Percebidas
PU	Utilidade Percebida
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
TAM	<i>Technology Acceptance Model</i> (Modelo de Aceitação de Tecnologia)
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>18</b>
1.1 Definição do problema.....	20
1.2 Objetivos .....	21
1.3 Justificativa.....	21
1.4 Delimitação do Estudo.....	24
1.5 Estrutura .....	24
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>26</b>
2.1 <i>Blockchain</i> .....	26
2.2 Contratos inteligentes.....	28
2.3 Internet das Coisas de Saúde .....	30
2.4 Estudos relacionados .....	31
2.5 Desafios .....	34
2.6 Considerações sobre o referencial pesquisado .....	35
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>38</b>
3.1 Método de Pesquisa.....	38
3.2 Método de Trabalho .....	40
3.2.1 Construção do Referencial Teórico .....	40
3.2.2 Verificação com Especialistas .....	42
3.2.3 <i>Technology Acceptance Model</i> (TAM).....	43
3.2.3.1. Construtos e itens de verificação .....	44
3.2.3.2. Modelo proposto e hipóteses de pesquisa .....	47
3.2.4 Coleta de Dados.....	48
<b>3.3 Unidade de análise: Projeto Minha Saúde Digital</b> .....	<b>51</b>
3.3.1 Arquitetura <i>blockchain</i> .....	52
<b>4 ANÁLISE DE DADOS</b> .....	<b>54</b>
4.1 Análise descritiva.....	54
4.2 Validação do modelo estendido proposto .....	65
4.3 Avaliação do modelo estrutural .....	71
<b>5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>73</b>
5.1 Apresentação do estudo.....	73
5.2 Discussão .....	73
5.3 Síntese dos resultados .....	79

<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>81</b>
<b>6.1 Contribuições teóricas</b> .....	<b>82</b>
<b>6.2 Contribuições práticas</b> .....	<b>83</b>
<b>6.3 Limitações do estudo e trabalhos futuros</b> .....	<b>84</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>86</b>
<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA PESQUISA</b> .....	<b>97</b>
<b>APÊNDICE B – ARTIGO PUBLICADO</b> .....	<b>106</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A relação médico-paciente convencional envolve a total dependência do paciente no médico. Para preservar com precisão os dados do paciente e utilizá-los para fazer diagnósticos e recomendações, os médicos devem manter sistemas confiáveis de registros. (BAIRD; NORTH; RAGHU, 2011; ROEHRS *et al.*, 2017). A necessidade de melhoria na esfera da saúde está se expandindo em um ritmo alarmante (JUNAID *et al.*, 2022), o que exige um melhor monitoramento da saúde dos pacientes através, por exemplo, da implementação de um eficiente gerenciamento digital de registros de saúde ou por meio da utilização de equipamentos inovadores (CERNIAN *et al.*, 2020; JUNAID *et al.*, 2022)

Segundo Cernian *et al.* (2020) não se dispõe de uma infraestrutura unificada ou padronizada confiável usada para a troca e armazenamento de dados médicos ao longo da cadeia de valor da saúde e, portanto, não há uma plataforma usada para monitorar a rastreabilidade dos pacientes em toda a cadeia da saúde. De acordo com Roehrs *et al.* (2017), os avanços da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) trouxeram muitos benefícios para a área da saúde, principalmente para o armazenamento digital dos prontuários dos pacientes. No entanto, ainda é um desafio ter uma visão unificada do histórico de saúde dos pacientes, porque normalmente os dados de saúde estão dispersos entre diferentes organizações de saúde (ROEHRS *et al.*, 2019a) .

Todas estas situações elencadas, acarretam uma comunicação difícil, aumento nos custos dos procedimentos e conseqüentemente, limita os agentes de saúde em desenvolver um melhor entendimento da rastreabilidade dos pacientes, o que acarretaria o impulsionamento da inovação e o desenvolvimento de melhores serviços de saúde.

O setor de saúde utiliza registros eletrônicos de saúde (CERNIAN *et al.*, 2020; ROEHRS *et al.*, 2019b; ROEHRS; DA COSTA; RIGHI, 2017) e registros pessoais de saúde (CERNIAN *et al.*, 2020; ROEHRS *et al.*, 2017) para armazenar dados médicos, anotações clínicas e relatórios de diagnóstico de doenças com o histórico de tratamento do paciente (TANWAR; PAREKH; EVANS, 2020). Ambos visam facilitar e aumentar o acesso aos dados dos pacientes e, conseqüentemente, reduzir erros médicos e custos (CERNIAN *et al.*, 2020). Já registros médicos eletrônicos (TAMERSOY *et al.*, 2012) compartilhados pela área de saúde entre as instituições de

saúde oferecem ótimos insights para a melhoria do setor de saúde (AKKAOUI; HEI; CHENG, 2020). Por outro lado, os problemas fundamentais experimentados na prestação de serviços de saúde incluem a falta de gerenciamento de dados e como os dados podem ser verificados, imutáveis e distribuídos (TANWAR; PAREKH; EVANS, 2020).

Existem diversos padrões de dados de saúde (MAYER; DA COSTA; RIGHI, 2020). Muitas organizações da área da saúde adotam padrões proprietários, sem integração com outras. Diversos países possuem recomendações para a adoção de padrões de dados de saúde reconhecidos. De acordo com Roehrs *et al.* (2019a) um dos principais objetivos em usar padrões é fornecer interoperabilidade entre organizações. Ainda segundo os autores, mesmo com os padrões adotados, pacientes precisam fornecer repetidamente suas informações de saúde quando são atendidos em diferentes locais.

Conforme afirma McGhin *et al.* (2019), muitos pesquisadores estão contribuindo para a criação de soluções que objetivam tornar o sistema de saúde cada vez mais digitalizado, interconectando os recursos médicos disponíveis com os serviços de saúde. Exemplificando, podemos citar a tecnologia emergente da Internet das Coisas (IoT), que quando é empregada em aplicações médicas, concebe um novo termo na indústria chamado de Internet das Coisas de Saúde (IoHT), em que objetos inteligentes (como sensores), com capacidade de trocar e processar dados, são interconectados com o objetivo de melhorar a saúde do paciente (DA COSTA *et al.*, 2018). Desta maneira, os médicos podem potencialmente obter os dados coletados por esses sensores para medicina de precisão (XU *et al.*, 2019). Apesar dos imensos benefícios que a IoHT ocasiona, qualquer tecnologia que lide com a saúde deve se concentrar na integridade do paciente, e basear-se na segurança, privacidade e confiança no seu desenvolvimento (DA COSTA *et al.*, 2018). Portanto, a entrega oportuna de dados de IoHT e a tomada de decisões são essenciais, pois envolvem diretamente a segurança do usuário do sistema de saúde.

Conforme exemplificado, o setor de saúde consiste em dados confidenciais e de crescimento rápido que precisam ser preservados (DONG; LIN; DONG, 2012). Desse modo, transformar a grande quantidade de dados disponíveis em informações e conhecimento além de prover rapidez e eficiência nos processos de tomada de decisão, passam a ser um dos grandes desafios para todas as organizações envolvidas (TANWAR; PAREKH; EVANS, 2020).

Segundo Ng *et al.* (2021) os sistemas tradicionais de gerenciamento de banco de dados distribuído, apesar de serem uma plataforma estabelecida em sistemas de saúde, possuem limitações substanciais, como a incapacidade de suportar compartilhamento de dados ponto a ponto, suscetibilidade a adversários externos (como ataques cibernéticos) e a ausência de uma trilha de auditoria consistente. Ainda de acordo com os autores o *Blockchain* pode servir como substituto a esses sistemas tradicionais.

*Blockchain* é uma fusão de duas tecnologias já consolidadas: a criptografia e a comunicação *peer-peer* (JAN et al., 2021), sendo popularizada após a criação da criptomoeda Bitcoin por Satoshi Nakamoto como informado por Wright (2008). Inicialmente, o *blockchain* foi implementado em resposta à crise financeira global de 2008, com o intuito de gerenciar transações bancárias seguras e descentralizadas de criptomoedas, e acabou incorporada em diversos setores além do financeiro (XU *et al.*, 2019). Para os defensores do *blockchain* como sendo uma alternativa ao sistema centralizado de operação tradicional, suas principais características seriam: transações com velocidade, menor custo, segurança, menos erros, tolerância a falhas e eliminação de um ponto central de autoridade, ataque ou falha (XU *et al.*, 2019).

### 1.1 Definição do problema

A tecnologia *blockchain* na área de saúde pode fazer a transição da interoperabilidade tradicional para a interoperabilidade centrada no paciente, tornando os pacientes os proprietários de seus próprios registros médicos e garantindo a eles a decisão sobre quem poderá acessar os dados (CERNIAN *et al.*, 2020). De acordo com Mayer, da Costa e Righi (2020) a tecnologia *Blockchain* tem o potencial de transformar os cuidados de saúde, colocando o paciente no centro do sistema de saúde e aumentando a segurança, privacidade e interoperabilidade dos dados de saúde.

Logo, o *blockchain* parece ser uma alternativa para superar alguns dos problemas e ineficiências inerentes ao setor de saúde, como falsificação, rastreabilidade, dados de saúde imprecisos, falta de colaboração das partes interessadas e questões de privacidade e segurança (BALASUBRAMANIAN *et al.*, 2021; CHUKWU; GARG, 2020; ONIK *et al.*, 2019). Contudo, devido às suas características particulares, o *Blockchain* pode ser considerado como uma tecnologia

emergente ou em estágio inicial. Como tal, embora repleto de altas expectativas de impacto, seu desenvolvimento pode ser caracterizado como altamente incerto (PÓLVORA *et al.*, 2020). Quando se trata de tecnologias disruptivas, como *blockchain*, é fundamental que se avalie a prontidão da organização para a implantação de novos projetos de tecnologia (KIBERU; MARS; SCOTT, 2021; RAZMI; SANGARI; GHODSI, 2009).

O presente estudo propõe uma profunda investigação a respeito dessa temática, com intuito de buscar responder a seguinte questão de pesquisa: **“Quais fatores têm relação com a aceitação da arquitetura *blockchain* em sistemas de informação de saúde?”**

## 1.2 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é **identificar quais fatores possuem relação de influência com a intenção de adoção de uma arquitetura *blockchain* em sistemas de informação de saúde.**

Para dar suporte a este objetivo, apresentam-se os seguintes objetivos específicos:

1º) Identificar na literatura fatores característicos que influenciam a adoção da tecnologia *blockchain* em sistemas de informação de saúde.

2º) Descrever e customizar um Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) para o contexto da pesquisa, com hipóteses que relacionam os fatores contidos no modelo.

3º) Comparar os resultados das hipóteses investigadas com os achados da literatura, apontando as principais relações causais entre os fatores.

## 1.3 Justificativa

Uma série de novas tecnologias digitais, como redes de telecomunicações 5G, internet das coisas (IoT) e inteligência artificial (IA), que usa aprendizado profundo e análise de big data, surgiram na última década. Essas tecnologias podem ter importantes aplicações e efeitos potenciais nos cuidados de saúde (TING *et al.*, 2020a). De acordo com Ng *et al.* (2021) uma dessas tecnologias digitais emergentes, *blockchain*, tem características únicas (por exemplo, imutabilidade, descentralização

e transparência) que podem ser úteis em vários domínios (por exemplo, gerenciamento de registros médicos eletrônicos, direitos de acesso e saúde móvel).

Entre os vários setores de atuação, a saúde é destacada como um dos setores-chave para se beneficiar potencialmente da adoção do *blockchain* (BALASUBRAMANIAN et al., 2021; MCGHIN et al., 2019). Esta tecnologia possui potencial para resolver vários dos problemas corriqueiros do sistema de saúde, como armazenamento imutável e distribuição de registros médicos de pacientes, proporcionando acesso a mais partes interessadas e envolvidas no processo médico, oferecendo uma garantia de proteção e segurança de dados (SUN et al., 2013; YOON, 2019).

Conforme destacado por Alves et al. (2022), a incursão da tecnologia em soluções destinadas à saúde é uma área de estudo recente, tendo sua primeira aparição documentada no ano de 2016. A análise realizada pelos autores aponta para uma crescente preocupação com os desafios e obstáculos encontrados nos sistemas médicos, abrangendo questões como interoperabilidade, segurança e privacidade dos dados dos pacientes, além das implicações sociais inerentes ao assunto.

Em relação aos desafios, Mayer, Da Costa e Righi (2020) apresentaram alguns aspectos que devem ser levados em conta para a implantação de uma arquitetura *blockchain*, que vão desde a interoperabilidade, escalabilidade, privacidade, identificação e custo de infraestrutura. Os autores elencaram também princípios da tecnologia *blockchain* quando aplicada na área da saúde: imutabilidade, criptografia, distribuição, descentralização, transparência, auditabilidade e não-repúdio.

Apesar de algumas barreiras ainda limitarem a adoção generalizada da tecnologia *blockchain* na área da saúde, a pandemia da COVID-19 acentuou a necessidade de plataformas seguras, descentralizadas e multifuncionais para a transferência em larga escala de informações confidenciais, como rastreamento de contatos, monitoramento do status de vacinação e emissão de certificado de saúde COVID-19 (TING et al., 2020b). Essas necessidades impulsionam um esforço conjunto para eliminar algumas dessas barreiras à adoção geral da tecnologia *blockchain* (NG et al., 2021). Sendo assim, entender quais são os desafios de implantação de uma arquitetura *blockchain* se mostra oportuno no atual cenário acadêmico.

No que se refere à implantação de arquiteturas *blockchain* em sistemas de informação de saúde, a literatura apresentou alguns desafios (ALBAHLI; KHAN;

QAMAR, 2020; MARGHERI et al., 2020; TRIPATHI; AHAD; PAIVA, 2020), mas nenhum deles foi identificado no âmbito do Brasil, tão pouco no Rio Grande do Sul. Neste contexto, o presente trabalho pode contribuir para verificar se estes desafios e oportunidades identificados nos estudos estão tendo aplicação prática no cenário regional e/ou nacional.

A maioria dos artigos estudados por Ng *et. al.* (2021) detalhou o desempenho técnico das plataformas de protótipos de *blockchain* (277 [66,7%] de 415), enquanto apenas nove (2,2%) estudos mostraram aplicação clínica e adoção no mundo real. Os estudos restantes (129 [31,1%] de 415) eram apenas de desenho técnico. Sendo assim, mais um aspecto que justifica o estudo da viabilidade da implantação real de uma arquitetura *blockchain*.

As aplicações da tecnologia *Blockchain* em sistemas de informação de saúde ainda estão em um estágio inicial de investigação, porém demonstram um vasto potencial para o setor (ALVES *et al.*, 2022). Portanto, é crucial reunir líderes da saúde, governos, grupos de pesquisa, inovadores em tecnologia e outras partes interessadas para colaborarem na superação dos numerosos desafios que afetam o setor há décadas. Nesse contexto, a pesquisa proposta visa contribuir para o avanço do conhecimento sobre a adoção de arquiteturas *Blockchain* em sistemas de informação de saúde, fornecendo *insights* valiosos para a tomada de decisões informadas e estratégicas no campo da saúde digital.

Sobre os aspectos pessoais o presente trabalho se enquadra com os interesses do Projeto Minha Saúde Digital. O Projeto CAPES Telemedicina e Análise de Dados Médicos – Minha Saúde Digital: Modelo Inteligente de *Blockchain* para Informações de Saúde e Interação com Pacientes no âmbito da COVID-19 tem por objetivo desenvolver modelos inteligentes que propiciem a interação remota entre provedores de saúde e os pacientes de pandemia. Dentre as soluções que serão desenvolvidas pelo projeto Minha Saúde Digital vale destacar aquela em que o pesquisador à frente deste trabalho atua diretamente: a criação de modelo e protótipo distribuído para interoperabilidade segura e comunicação de dados de saúde baseado em *Blockchain*, em específico na implantação desta arquitetura junto ao cluster de organizações hospitalares parceiras do projeto.

## 1.4 Delimitação do Estudo

Este estudo concentrou-se na compreensão das relações entre os principais fatores relacionados, direta ou indiretamente, com a intenção de adoção da arquitetura *blockchain* em sistemas de informação de saúde. A comparação dessas relações investigadas com as encontradas na literatura torna-se necessária para uma análise mais abrangente, assim como para a contextualização e contribuição para o campo.

Fatores organizacionais, como questões de governança e padrões da indústria da saúde, bem como aspectos técnicos da tecnologia, como segurança e privacidade, foram abordados na pesquisa. Além disso, questões de percepção, como atitude, facilidade de uso e utilidade percebida da tecnologia *blockchain* em sistemas de informação de saúde, foram investigadas de maneira aprofundada.

É importante ressaltar que o estudo delimitou-se ao contexto específico de organizações hospitalares do Rio Grande do Sul. Além disso, enfatiza-se que a pesquisa concentrou-se nas perspectivas dos profissionais de tecnologia da informação em relação às questões de *blockchain* em sistemas de informação de saúde. Não foram exploradas as visões de outros *stakeholders*, como profissionais da área da saúde e da governança.

## 1.5 Estrutura

O trabalho foi estruturado em seis capítulos. No Capítulo 1, concluído aqui, apresentaram-se a introdução, o tema, a definição do problema, os objetivos (geral e específicos), aspectos que justificam a pesquisa, a delimitação e a estrutura do estudo.

No Capítulo 2, é abordado o referencial teórico, onde os conceitos relevantes para o entendimento do tema foram extraídos da literatura. Além disso, um quadro conceitual foi desenvolvido a partir de uma revisão sistemática da literatura.

O Capítulo 3 detalha a metodologia de pesquisa, incluindo a abordagem metodológica, o método de trabalho, a construção do referencial teórico, a construção do modelo proposto, a coleta de dados em campo e a análise desses dados. A unidade de análise, foco do estudo de caso, também é apresentada.

No Capítulo 4, são descritas as análises realizadas nos dados da pesquisa, englobando análise descritiva, Análise de Componentes Confirmatória (CCA) para

validação dos construtos, validação discriminante, teste de normalidade e análise PLS-SEM para testar as hipóteses do modelo proposto.

No Capítulo 5, apresentaram-se os resultados das hipóteses investigadas e promoveu-se uma discussão comparativa com a literatura, alinhando-se aos objetivos da pesquisa de forma a contextualizar os achados.

O capítulo 6 apresenta as considerações finais, sendo a última parte do presente trabalho. Nesta seção se dá o fechamento do trabalho, trazendo as contribuições, limitações e sugestões para estudos futuros.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção será apresentado o referencial teórico que foi a base para a construção deste trabalho, tendo sido dividido em 6 (seis) partes. Estas subseções tratam da definição da tecnologia do *Blockchain* (seção 2.1), contratos inteligentes (seção 2.2), internet das coisas de saúde (seção 2.3), estudos relacionados (seção 2.4), desafios para a adoção do *blockchain* (seção 2.5) e, ao final, as considerações sobre o referencial pesquisado.

### 2.1 *Blockchain*

Desde o seu surgimento em 2008 e sua implementação em 2009 (TRIPATHI; AHAD; PAIVA, 2020) com o advento da criação da criptomoeda Bitcoin por Nakamoto (METTLER, 2016), é notável um grande crescimento da tecnologia *blockchain* nos últimos anos (ALBAHLI; KHAN; QAMAR, 2020; DHAGARRA et al., 2019; DINH et al., 2018; ZHUANG et al., 2020). Com bastante propriedade, o *blockchain* dispõe de enorme potencialidade em transformar a atuação de diferentes setores: indústrias, governos, serviços financeiros, investimentos imobiliários e saúde (MOURA; BRAUNER; JANISSEK-MUNIZ, 2020). De modo a exemplificar tal comportamento, temos a proposição de projetos de inovação baseados em *blockchain* em algumas cidades, como Dubai, Estocolmo, Toronto, Kranj e Visakhapatnam (AKKAOUI; HEI; CHENG, 2020; BALASUBRAMANIAN et al., 2021; DHAGARRA et al., 2019; ONIK et al., 2019; XIE et al., 2019). Assim, conforme exemplos supracitados e motivado pelas suas particularidades de confiabilidade, imutabilidade, autenticidade e auditabilidade, a partir da geração de dados encriptados que passam por uma rede de validação horizontal (*Blockchain*, 2016), concluímos que a presente tecnologia tem instigado diversas investigações que propõem a sua utilização em variados campos do conhecimento.

O conceito utilizado no *blockchain* é o de um livro-razão distribuído (AGOSTINHO et al., 2019; DA CONCEIÇÃO; ROCHA; DE PAULA, 2019; MOURA; BRAUNER; JANISSEK-MUNIZ, 2020; XIE et al., 2019) constituindo-se essencialmente de uma cadeia ordenada e consistente de transações, compartilhada em múltiplos nós dentro de uma rede *peer-to-peer*. Salienta-se que outras impetrantes tecnologias foram agregadas à versão inicial proposta por Nakamoto objetivando

fortalecer e otimizar o desempenho da solução (DA CONCEIÇÃO; ROCHA; DE PAULA, 2019). Destaque para as estruturas *Ethereum* (AKKAOU; HEI; CHENG, 2020; DINH *et al.*, 2018), *Hyperledger* (TANWAR; PAREKH; EVANS, 2020) e os *smart contracts*, que possibilitam realizar operações na cadeia de registros da *Blockchain* (AGOSTINHO *et al.*, 2019; SZABO, 1997).

Observa-se que a tecnologia *blockchain* está em constante evolução e que poderá ter um impacto relevante nos próximos anos, as principais aplicações impactadas seriam: registro da cadeia de fornecimento de insumos e produtos (METTLER, 2016), aplicações de governança digital (KUMARI; SAINI, 2020), Internet das Coisas (XU *et al.*, 2019), saúde (BISHT *et al.*, 2022; SANTOS; INÁCIO; SILVA, 2021; VANIN *et al.*, 2022) gestão financeira (HAMLEDARI; FISCHER, 2021; STAN; MICLEA, 2019), registros de imóveis (GRINYAEV *et al.*, 2019; KONASHEVYCH, 2020), controle de ativos (DONG *et al.*, 2021), registros de certidões, como nascimento, casamento e óbito (PÁEZ *et al.*, 2020; SHI; DANQUAH; DONG, 2022), entre outras categorias de aplicações. No âmbito da saúde, que é o setor relacionado ao tema deste trabalho, existe uma estimativa de investimentos de 297 bilhões de dólares em 2022 (CERNIAN *et al.*, 2020).

A tecnologia da informação em saúde tem evoluído na aplicação de padrões para definição de registros de dados dos pacientes, por meio da adoção do registro eletrônico de saúde (EHR). No entanto, existem muitos padrões para definir esses dados, dificultando a comunicação entre diferentes provedores de serviços de saúde (ROEHRS *et al.*, 2019a). Isso leva à adoção dos registros pessoais de saúde (PHR), método integrado de armazenamento de dados relacionados à saúde, que pode ser utilizado por médicos e pacientes (ROEHRS *et al.*, 2017).

O “OmniPHR”, solução proposta por Roehrs, Da Costa e Righi (2017) que objetiva promover uma arquitetura interoperável e distribuída para PHRs com recursos de segurança para dados sensíveis, utilizou a tecnologia *Blockchain* para compor sua arquitetura base. Em (ROEHRS *et al.*, 2021) os autores propuseram o “OmniPHR Multi-Blockchain”, um modelo arquitetônico de uma plataforma *Blockchain* para abordar os principais desafios associados à distribuição geográfica de dados dos PHRs.

Em Antunes *et al.* (2022) os autores estudaram modelos propostos que utilizaram o *blockchain* em aplicações de Aprendizado Federado (*Federated Learning* — *FL*) no contexto de dados de registros eletrônicos de saúde (EHR). De acordo com

McMahan *et al.* (2017) e Neto, Mattos e Fernandes (2020), esta técnica de aprendizado de máquina permite o treinamento com dados reais a partir de dispositivos móveis e a utilização de dados sensíveis à privacidade, sem expor o dono dos dados. A solução “FogChain”, projetada em Mayer *et al.* (2021), utiliza *blockchain* para armazenamento mais seguro de PHRs. A solução emprega computação em névoa como uma camada intermediária entre os dispositivos sensores e o *blockchain*, o que, de acordo com autores, melhora os recursos de saúde e, finalmente, a experiência do paciente.

Em muitas implementações de saúde, a tecnologia *blockchain* redefine os dados de processamento e governança. No setor de saúde, a tecnologia *blockchain* está na vanguarda de muitos desenvolvimentos atuais (YANG *et al.*, 2019). Pesquisas recentes, entretanto, apontam que apesar de todo o seu potencial, no setor da saúde ela precisa de um cuidado mais rigoroso devido a questão da sensibilidade dos dados do indivíduo (MOURA; BRAUNER; JANISSEK-MUNIZ, 2020; XIE *et al.*, 2019).

Atualmente as pesquisas realizadas, indicam que embora com toda a sua potencialidade, *blockchain* é um instrumento que não poderá ser implementado com sucesso em todos os casos (MOURA; BRAUNER; JANISSEK-MUNIZ, 2020). Desse modo, observa-se a real importância da análise e discernimento dos casos de uso viáveis nos quais a tecnologia realmente faça a diferença, tornando-se deste modo uma instigação ou desafio que mantém os cientistas continuamente ativos.

## 2.2 Contratos inteligentes

Durante muito tempo, diversas restrições envolvendo a manipulação de dados médicos, devido ao fato de serem altamente sigilosas, foram consideradas como entraves para aplicações em *healthcare* (AGOSTINHO *et al.*, 2019). A súbita ascensão do conceito de *blockchain* vem trazendo novas perspectivas e abordagens a antigos problemas de pesquisa. A unificação de dados de saúde e monitoramento da cadeia de suprimentos é apenas bons exemplos que podem ser implementados (AKKAQUI; HEI; CHENG, 2020).

Por conseguinte, correlacionado ao crescimento da tecnologia *blockchain*, temos os *smart contracts* que ganharam uma enorme popularidade juntamente com o lançamento da criptomoeda digital *Ethereum*. Foi introduzida e proposta por Nick Szabo, que o definiu como sendo um protocolo digital que permite a execução

automatizada dos termos de relacionamento de um contrato na rede (SZABO, 1997). Na verdade, eles consistem na construção de contratos que podem ser utilizados e validados automaticamente por uma ou mais partes a fim de estabelecer troca de recursos de maneira segura, reduzindo a necessidade de um terceiro, bem como a ocorrência de exceções maliciosas ou não intencionais (AKKAOUJ; HEI; CHENG, 2020). A proposta de Szabo (1997) traduz essas cláusulas contratuais de transação em código digital de forma automatizada que será então incorporado nas propriedades de *hardware* ou *software* para serem automaticamente reconhecidos perante determinado input. No caso do *blockchain*, os *smart contracts* são, na verdade, scripts armazenados na máquina virtual de uma rede *Ethereum* com um endereço único, permitindo que os usuários interajam com eles, iniciando uma transação com o endereço do *smart contract*, que aciona uma execução automática do código em cada nó da rede *blockchain* com base na função chamada dentro da transação.

Em termos práticos, estabelecendo uma correlação, o *smart contract* seria similar a um contrato em papel físico firmado por pessoas. De forma explícita, no contrato em papel clássico, são definidas todas as regras que estabelecem as responsabilidades e a comunicação entre as partes que a assinaram. No *blockchain*, a diferença é que essa contratação é digital, porém são mantidos os mesmos preceitos do contrato em papel.

Um *smart contract* não é somente um validador de transação de informações, mas também é competente para atender outros contextos mais gerais (DA CONCEIÇÃO; ROCHA; DE PAULA, 2019), tais como: verificar a consistência da identificação única de usuários, intermediar a questão da interoperabilidade de dados em tempo real, garantir a privacidade das informações e tornar auditáveis todas as ações de acesso a esses dados (TAHIR *et al.*, 2020). Por conseguinte, também possibilita armazenar e criar uma rede de dados de saúde centrada no paciente, que possibilitará ser usado em diversas aplicações, tais como pesquisas acadêmicas, hospitais, laboratórios e indústria farmacêutica. De acordo com Mayer, Da Costa e Righi (2020), quando aplicados na área da saúde, os contratos inteligentes podem criar representações inteligentes de registros médicos existentes armazenados em nós individuais na rede, podendo conter metadados sobre a propriedade do registro, permissões e integridade dos dados.

Fundamentado na proposta de Szabo (1997) pode-se inferir que o papel do *blockchain* seria o ambiente de armazenamento e os *smart contracts* o mecanismo de

compartilhamento seguro das informações. É notório que os *smart contracts* possuem recursos para melhoramento de diversos serviços e assim, estão ganhando uma enorme popularidade, contando com diversas aplicações tanto de *hardware* como *software*, tais como varejo inteligente, saúde 4.0, cidades inteligentes, dentre outras aplicações (JAN et al., 2021).

### 2.3 Internet das Coisas de Saúde

Segundo Li, Xu e Zhao (2015), desde sua proposta original em 1999, o conceito de Internet das Coisas (IoT) tem evoluído com o passar dos anos. em uma rede com sensores, comunicação sem fio e tecnologias de processamento de dados. Zakerabasali e Ayyoubzadeh (2022) descrevem IoT como um conjunto conectado de objetos e dispositivos que compartilham dados e que possuem um objetivo comum em diferentes áreas. Uma outra definição é encontrada em Aghdam, Rahmani e Hosseinzadeh (2021): uma ampla gama de tecnologias que suportam comunicação entre uma ampla gama de dispositivos. A Internet das Coisas (IoT) pode ser entendida como um sistema que engloba pessoas, dispositivos e coisas do mundo real, proporcionando interação e comunicação entre elas através de conexão de dados (BHUIYAN et al., 2021). De eletrodomésticos inteligentes, dispositivos vestíveis até sensores para sistemas de segurança doméstica, a IoT poderá mudar a maneira como as pessoas vivem (BHUIYAN et al., 2021; FATOUM et al., 2021).

De acordo com Mamdouh et al. (2021), o paradigma da IoT serve como tecnologia facilitadora em diversos domínios e, quando aplicada à área da saúde, desempenha um papel vital no aumento da qualidade de vida do paciente. Em Rodrigues et al (2022) os autores indicam que a IoT tem se expandido por diversas áreas, inclusive em organizações hospitalares, abrindo caminho para uma nova revolução industrial. Segundo Junaid et al. (2022), nos últimos tempos, o crescimento das tecnologias IoT, inteligência artificial (IA) e *Blockchain* rapidamente ganhou força como uma nova área de pesquisa em diversos ambientes da indústria e academia, em especial no setor de saúde. Segundo Santos et al. (2020) e Da Costa et al. (2018), quando aplicada à área da saúde, a IoT recebe o nome de Internet das Coisas de Saúde (*Internet of Health Things - IoHT*). Em Nasr et al. (2021) a IoHT é descrita como um conjunto de objetos interconectados que compartilham e manipulam dados para monitorar o estado de saúde do paciente.

Segundo Santos *et al.* (2020), a IoHT pode promover ao paciente padrões personalizados e mais elevados de atendimento. Farahani *et al.* (2018) afirma que a IoHT possui capacidade de monitorar de forma dinâmica o paciente em seu ambiente, o que pode contribuir para a ampliação do acesso à saúde de qualidade. Desta forma, a IoHT pode melhorar a eficácia dos tratamentos, prevenir situações de risco e auxiliar na promoção do bem-estar. Ainda segundo os autores a IoHT, através do uso de soluções inteligentes, aumenta a eficiência do gerenciamento de recursos por meio de flexibilidade e mobilidade. Conforme Fatoum *et al.* (2021), o uso da IoHT em conjunto com a tecnologia *blockchain* pode elevar sua eficácia e usos potenciais.

## 2.4 Estudos relacionados

Dentre os artigos examinados, vinte e uma publicações propuseram modelos conceituais ou *frameworks*, para aplicação prática em sistemas da área da saúde. Com as informações coletadas nesses estudos e de acordo com os critérios da metodologia, foi desenvolvido um quadro sinóptico (Quadro 1), salientando que fossem preservados os aspectos éticos nessa pesquisa de revisão, citando os autores, ano de publicação e quantidade de citações.

Desta forma podemos constatar ao observamos o quadro abaixo, que as propostas exploradas estão na direção da integração dos registros EHR, juntamente com a tecnologia IoT e IoHT, unificando redes, dispositivos e aplicações, dentro do conceito da tecnologia *blockchain*. As propostas diferem quanto a que tipos de *blockchain* utilizada e tipos de dados a serem armazenados. Quanto aos tipos utilizados, alguns trabalhos propuseram o uso de redes públicas (WRIGHT, 2008) Wright, 2019), outros autores indicam fortemente soluções onde exista a mesclagem do uso de redes *blockchain* públicas com opções privadas, gerando soluções híbridas (ALBAHLI; KHAN; QAMAR, 2020).

Quadro 1 - Características dos estudos incluídos na revisão que propuseram propostas de aplicação.

Autores e Ano	Nome do Projeto	Descrição do Projeto	Integração	Citações (até 2022)
Abdellatif <i>et al.</i> (2020)	ssHealth	O sistema permite a troca segura de grandes quantidades de dados médicos entre as entidades de saúde, integrando múltiplas entidades nacionais e internacionais e correlacionando eventos médicos críticos para gestão e monitoramento de epidemias com mais rapidez.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> <li>• <i>Internet of Health Things (IoHT)</i></li> <li>• Sistemas de gestão farmacêutica</li> </ul>	51
Abou-Nassar <i>et al.</i> (2020)	DITrust Chain	Sistema de contrato inteligente de saúde para gerenciamento de dados médicos para dar agilidade em procedimentos médicos complexos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> </ul>	126
Akkaoui, Hei e Cheng (2020)	EdgeMediChain	Arquitetura de autenticação e autorização para compartilhamento de grandes dados de saúde, incluindo EMRs e PHD gerados a partir de dispositivos IoMT.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensores <i>wearables</i></li> <li>• <i>Internet of Health Things (IoHT)</i></li> </ul>	36
Celesti <i>et al.</i> (2020)	-	Plataforma de telemedicina onde a equipe médica de diferentes hospitais coopera entre si para formar uma equipe de saúde virtual capaz de realizar um fluxo de trabalho de saúde de forma segura e rápida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> <li>• <i>Internet of Health Things (IoHT)</i></li> </ul>	52
Cernian <i>et al.</i> (2020)	PatientDataChain	Integração dos registros pessoais de saúde de fontes heterogêneas em um sistema de PHR unificado e descentralizado, com troca de dados aprimorada entre os atores da saúde.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> <li>• Sensores</li> <li>• Sistemas farmacêuticos</li> </ul>	18
Dhagarra <i>et al.</i> (2019)	-	O modelo proposto fornece uma estrutura integrativa em banco de dados de saúde sem comprometer a privacidade. Através de um número de identificação exclusivo (UID) formalizado e implementado pelo Governo da Índia para a identificação de todos os pacientes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> </ul>	35
Islam e Young Shin (2020)	Bhealth	Sistema de coleta de dados de saúde via veículo aéreo não tripulado e armazenados com segurança em um servidor em nuvem mais próximo utilizando <i>blockchain</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensores corporais (BoS)</li> <li>• Veículo aéreo não tripulado (Vant)</li> </ul>	61
Jamil <i>et al.</i> (2020)	-	Plataforma para monitoramento seguro dos sinais vitais dos pacientes em hospitais inteligentes. Os pacientes são equipados com dispositivos de saúde de que lê os sinais vitais e os compartilham com outros usuários autorizados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> <li>• <i>Internet of Medical Things (IoMT)</i></li> </ul>	116
Jan <i>et al.</i> (2021)	-	Mecanismo seguro de autenticação, coleta de dados e intercâmbio de Informações de Saúde Pública (PHI) através de sensores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensores <i>wearables</i></li> </ul>	28
Jin <i>et al.</i> (2019)	LifeCODE.ai		<ul style="list-style-type: none"> <li>• I.A.</li> <li>• Genomics Big Data Platforms.</li> <li>• IoHT</li> </ul>	19

Khatoon (2020)	-	Sistema que permite os pacientes trocarem registros médicos de forma livre e segura com médicos, hospitais, organizações de pesquisa e partes interessadas, mantendo o controle total sobre a privacidade de seus dados médicos, além de agilizar procedimentos médicos complexos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> </ul>	137
Lo <i>et al.</i> (2019)	- iWellChain	Framework que integra dados de referência do paciente com dados de EMR e EHR de hospitais e clínicas comunitárias. Também foi criado um aplicativo descentralizado de PHR que permite aos pacientes acessarem e controlarem seus dados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> <li>• Sistema EMR</li> <li>• Sistema PHR</li> </ul>	12
Mayer <i>et al.</i> (2021)	FogChain		<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	
Pandey e Litoriya (2020)	AarogyaChain	Registrar de forma transparente e segura os eventos de saúde desde o nascimento até a morte de um cidadão, oferecendo intolerância à corrupção e implementação eficiente de programas de seguro saúde em todo o país.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> </ul>	44
Roehrs <i>et al.</i> (2021)	OmniPHR Multiblockchain	Arquitetura que integra vários <i>Blockchains</i> para dar suporte à distribuição de dados PHR, aplicando a orquestração de middleware ao contexto de provedores de saúde distantes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema PHR</li> <li>• Múltiplos <i>blockchains</i></li> </ul>	2
Roehrs, Da Costa e Righi (2017)	OmniPHR	Modelo de arquitetura concentrado na distribuição e interoperabilidade dos dados PHR, em que os pacientes podem manter seu histórico de saúde sob um ponto de vista unificado, de qualquer dispositivo em qualquer lugar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema PHR</li> </ul>	196
Stamatellis <i>et al.</i> (2020)	Prehealth	Solução de gerenciamento eficaz de EHR utilizando um protocolo criptográfico Idemix, que fornece recursos de preservação de privacidade e anonimato na atualização ou compartilhamento de registros médicos privados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> </ul>	38
Tahir <i>et al.</i> (2020)	-	Arquitetura de integração de redes e aplicativos para a autenticação de dispositivos IoT garantindo a privacidade e integridade dos dados do usuário.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> <li>• <i>Internet of Health Things (IoHT)</i></li> </ul>	35
Vanin <i>et al.</i> (2022)	-	Um modelo que usa <i>Blockchain</i> e IPFS para armazenar e distribuir separadamente os dados e metadados dos PHRs. Os metadados são armazenados na cadeia <i>blockchain</i> e os dados acessíveis fora do <i>blockchain</i> , através da rede IPFS.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema PHR</li> <li>• Sistema de Arquivos Interplanetário (IPFS)</li> </ul>	0
Wang <i>et al.</i> (2022)	-	Esquema de gerenciamento e compartilhamento de PHR baseado em <i>blockchain</i> de consórcio via IoHT, que combina primitivas de criptografia com IPFS (Sistema de Arquivos Interplanetário) para realizar armazenamento seguro de dados IoHT.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema PHR</li> <li>• <i>Internet of Health Things (IoHT)</i></li> <li>• Sistema de Arquivos Interplanetários (IPFS)</li> </ul>	5
Warnat-Herresthal <i>et al.</i> (2021)	<i>Swarm Learning</i>	Apresenta a Swarm Learning (Aprendizado em Enxame), uma abordagem de aprendizado de máquina descentralizada que combina a	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprendizado de máquina</li> <li>• Computação de borda</li> <li>• Redes <i>peer-to-peer</i></li> </ul>	123

		computação de borda, a rede peer-to-peer baseada em <i>blockchain</i> e a coordenação, mantendo a confidencialidade.		
Xu <i>et al.</i> (2019)	Healthchain	Esquema de preservação de privacidade de dados de saúde em grande escala, os dados de saúde são criptografados para conduzir um controle de acesso refinado.	• Sensores IOT	168
Zhou, Wang e Sun (2018)	MIStore	Sistema de armazenamento de seguro médico baseado, que apresenta características de segurança de dados, <i>threshold</i> , descentralização, verificabilidade, eficiência na verificação e eficiência na computação homomórfica.	•	113

Fonte: elaborado pelo autor

Entre os projetos analisados, destaca-se o Healthchain (XU *et al.*, 2019), que evidencia a segurança e privacidade das informações, permite integração com coletores de dados de saúde por meio de sensores inteligentes e viabiliza o compartilhamento de um grande volume de dados. Esse sistema aborda as principais dificuldades no gerenciamento de registros médicos e, portanto, figura entre os artigos mais citados.

O futuro do blockchain na área da saúde exige o desenvolvimento de infraestrutura e interconexão para a adoção da tecnologia, especialmente em países emergentes. Nos estudos, também foram identificados problemas relacionados a gargalos de rede, custos elevados de implementação técnica e questões de escalabilidade. No entanto, um dos maiores obstáculos na sua adoção, conforme mencionado pelos autores em seus projetos, é a falta de conscientização entre as partes interessadas e envolvidas no sistema, um aspecto que precisa ser abordado no futuro próximo.

## 2.5 Desafios

Alguns elementos aparecem frequentemente citados como desafios e limitações a serem superados com o uso da tecnologia, como a interoperabilidade entre os diversos sistemas de saúde, aparecendo em doze artigos, como exemplificado nas publicações de Albahli, Khan e Qamar (2020) e Margheri *et al.* (2020), questões relativas à segurança com dezessete publicações, como em Tripathi,

Ahad e Paiva (2020), privacidade dos dados de saúde do paciente com vinte e três artigos, como apresentado em Jan *et al.* (2021) e Zhuang *et al.* (ZHUANG *et al.*, 2020).

De acordo com os trabalhos de Mackey *et al.* (2020), e Albahli, Khan e Qamar (2020), a governança é um componente essencial para o projeto de um sistema de *blockchain*. Decisões de governança relacionadas a mecanismos de consenso, permissões de acesso e controle, também aparecem como desafios enfrentados na adoção do *blockchain* (AKKAOUJ; HEI; CHENG, 2020; ALTHOBAITI, 2020; BALASUBRAMANIAN *et al.*, 2021).

Os autores Dhagarra *et al.* (2019) e Pandey e Litoriya (2020) demonstram preocupação com a precariedade do acesso de grande parte da população da Índia aos serviços de saúde, indicando um *framework* para elevar os índices relacionados a essa questão. Outros governos, de países desenvolvidos como Arábia Saudita, estão apoiando pesquisas nessa área para elevar os índices do país, procurando alcançar números presentes em países da União Européia (ALBAHLI; KHAN; QAMAR, 2020).

Atualmente, existem sistemas que imitam os benefícios da tecnologia *blockchain*, por meio de aplicações da Internet das Coisas (IoT) e da Internet das Coisas de Saúde (IoHT), como exemplo, podemos citar os sistemas de sensores com a tecnologia RFID. Poder interligá-los e incorporá-los à rede *blockchain* acarretará mais estudos e a aplicação de soluções (ALVES *et al.*, 2022).

## **2.6 Considerações sobre o referencial pesquisado**

O referencial teórico explorado neste capítulo oferece uma compreensão abrangente dos elementos fundamentais para a construção deste trabalho, destacando-se em cinco subseções distintas.

Na subseção 2.1, dedicada ao *blockchain*, observamos o crescimento notável dessa tecnologia desde sua introdução em 2009 com o *Bitcoin* (METTLER, 2016). Suas características, como confiabilidade, imutabilidade, autenticidade e auditabilidade, têm motivado pesquisas e inovações em setores diversos, como indústrias, governos, serviços financeiros e saúde (MOURA; BRAUNER; JANISSEK-MUNIZ, 2020). A evolução do *blockchain*, com o surgimento de estruturas como *Ethereum* (AKKAOUJ; HEI; CHENG, 2020) e *Hyperledger* (TANWAR; PAREKH;

EVANS, 2020), além dos contratos inteligentes (AGOSTINHO *et al.*, 2019; SZABO, 1997), amplia suas aplicações em campos variados.

A subseção 2.2 explora os contratos inteligentes, destacando seu surgimento em conjunto com a tecnologia *blockchain*. Esses contratos, definidos como protocolos digitais que automatizam a execução de termos contratuais, têm aplicações significativas, desde transações financeiras até a criação de registros médicos inteligentes (DA CONCEIÇÃO; ROCHA; DE PAULA, 2019; AKKAOU; HEI; CHENG, 2020). A capacidade de executar operações de forma segura e eficiente, sem intermediários, os torna cruciais na integração de sistemas e na melhoria dos serviços de saúde (MAYER *et al.*, 2021).

Na subseção 2.3, abordamos a Internet das Coisas de Saúde (IoHT), evidenciando seu papel como tecnologia facilitadora para melhorar a qualidade de vida dos pacientes (SANTOS *et al.*, 2020). Ao conectar dispositivos e objetos no mundo real, a IoHT proporciona monitoramento dinâmico, promovendo padrões personalizados de atendimento e contribuindo para a eficácia dos tratamentos (FATOUM *et al.*, 2021). A combinação da IoHT com a tecnologia *blockchain* é sugerida como uma maneira de aumentar ainda mais a eficácia dessas soluções (FATOUM *et al.*, 2021).

A subseção 2.4, dedicada aos estudos relacionados, destaca propostas e modelos conceituais que buscam integrar registros eletrônicos de saúde (EHR) com tecnologias como IoT, IoHT e *blockchain*. Essas propostas visam unificar redes, dispositivos e aplicações, explorando diferentes tipos de *blockchains* e abordagens híbridas (ABDELLATIF *et al.*, 2020; ABOU-NASSAR *et al.*, 2020; AKKAOU; HEI; CHENG, 2020; CERNIAN *et al.*, 2020).

A necessidade de diretrizes claras e regulamentações eficientes para garantir a interoperabilidade, segurança e privacidade é crucial (ALBAHLI; KHAN; QAMAR, 2020; TRIPATHI; AHAD; PAIVA, 2020). Processos bem definidos de governança e uma padronização da indústria contribui para uma implementação ética e alinhada com práticas estabelecidas no setor da saúde (MACKEY *et al.*, 2020).

Na subseção 2.5, são abordados os desafios. Questões como interoperabilidade, segurança, privacidade dos dados de saúde, governança e o acesso desigual aos serviços de saúde são identificadas como desafios a serem superados (ALBAHLI; KHAN; QAMAR, 2020; MACKEY *et al.*, 2020; TRIPATHI; AHAD; PAIVA, 2020). Essas considerações enfatizam a necessidade de abordagens

cuidadosas e inclusivas na implementação dessas inovações no contexto da saúde, respeitando as diretrizes de governança e padrões estabelecidos pela indústria.

Em síntese, o referencial teórico apresentado delinea um cenário abrangente para a compreensão das potencialidades e desafios inerentes à aplicação de *blockchain*, contratos inteligentes e Internet das Coisas de Saúde no contexto da saúde, considerando, além disso, a importância da governança e dos padrões da indústria. Essas tecnologias prometem transformar a forma como os serviços de saúde são prestados, mas exigem abordagens cautelosas para garantir segurança, privacidade, eficácia e conformidade com as normas estabelecidas pela indústria.

Entretanto, os referenciais explorados até este ponto não fornecem uma compreensão completa dos fatores relacionados à aceitação da arquitetura *blockchain* em sistemas de informação de saúde. Embora os estudos consultados destaquem desafios cruciais, como segurança, privacidade de dados, governança e a urgente demanda por padrões mais definidos na indústria da saúde, fica evidente que esses elementos são fundamentais para a resposta à questão de pesquisa proposta. Nesse contexto, torna-se imperativo a aplicação de um modelo de aceitação de tecnologia.

Assim, após minuciosamente discutir os trabalhos apresentados neste capítulo e estabelecer a orientação conceitual que orientará esta pesquisa, avançamos para a formulação de um modelo de aceitação personalizado, especialmente desenvolvido para o cenário dos sistemas de informação de saúde, conforme será abordado no próximo capítulo.

### **3 METODOLOGIA**

Neste capítulo será apresentado o método de pesquisa adotado no desenvolvimento deste estudo. Posteriormente, apresenta-se o método de trabalho empregado, no qual são descritas as etapas para construção do estudo, a saber: (i) construção do referencial teórico, (ii) verificação com especialistas, (iii) modelo de aceitação de tecnologia, e (iv) coleta de dados. Por fim, será apresentada a unidade de análise do nosso estudo. A análise de dados, devido à sua robustez, será abordada em um capítulo separado.

#### **3.1 Método de Pesquisa**

Uma pesquisa pode ser definida como um processo racional e sistemático que objetiva a solução dos problemas propostos (GIL, 2017). A importância metodológica de um trabalho pode ser justificada pela necessidade de um adequado embasamento científico, caracterizado pela busca da melhor abordagem de pesquisa para direcionar as questões de pesquisa (MIGUEL, 2007).

Para Gil (2017) as pesquisas podem ser classificadas segundo sua finalidade, seus propósitos mais gerais, conforme a natureza dos seus dados, e segundo os procedimentos empregados. O autor ressalta que as pesquisas podem ser classificadas de diferentes maneiras, mas para que a classificação seja coerente é necessária a definição prévia do critério adotado.

Em relação à sua finalidade, a pesquisa se enquadra no grupo das pesquisas aplicadas, pois abrange estudos elaborados com a finalidade de resolver problemas identificados no âmbito das sociedades nas quais vivem os pesquisadores (GIL, 2017). Através da pesquisa qualitativa são captados atitudes, expectativas, opiniões e sentimentos, os quais não podem ser quantificados por serem únicos de cada indivíduo, mas revelam condutas e informações sobre a organização e os entrevistados (COLLIS; HUSSEY, 2005).

Em relação aos propósitos mais gerais, a pesquisa pode ser classificada como descritiva e também como exploratória no sentido lato do termo, pois, de acordo com Gil (2017) e Vergara (2013), pesquisas exploratórias têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema ou construir hipóteses.

Sob o ponto de vista da abordagem metodológica, a pesquisa em questão pode ser classificada como quantitativa. Nesta categoria, o pesquisador busca entender o significado que o indivíduo ou grupo atribuem a um determinado problema (CRESWELL, 2010).

Em relação ao procedimento técnico da pesquisa, este estudo se caracteriza por buscar respostas na literatura existente, no que se refere aos aspectos relevantes sobre a viabilidade da implantação ou não da tecnologia *blockchain* em ambientes hospitalares. Neste contexto, segundo Diehl e Tatim (2004), a escolha indicada é a pesquisa bibliográfica, pelo fato de a pesquisa ser desenvolvida com a utilização de material existente, tais como livros e artigos científicos. A classificação da presente pesquisa pode ser observada no Quadro 2, conforme segue:

Quadro 2 – Classificação da pesquisa

Segundo a abordagem metodológica do problema	<b>Quantitativa</b> Qualitativa
Segundo a sua finalidade	<b>Aplicada</b> Avaliação de resultados Proposição de planos Diagnóstico
Segundo o procedimento técnico da pesquisa	<b>Bibliográfica</b> Documental <i>Ex-post-facto</i> Levantamento <b>Estudo de caso</b> Pesquisa-ação Pesquisa participante

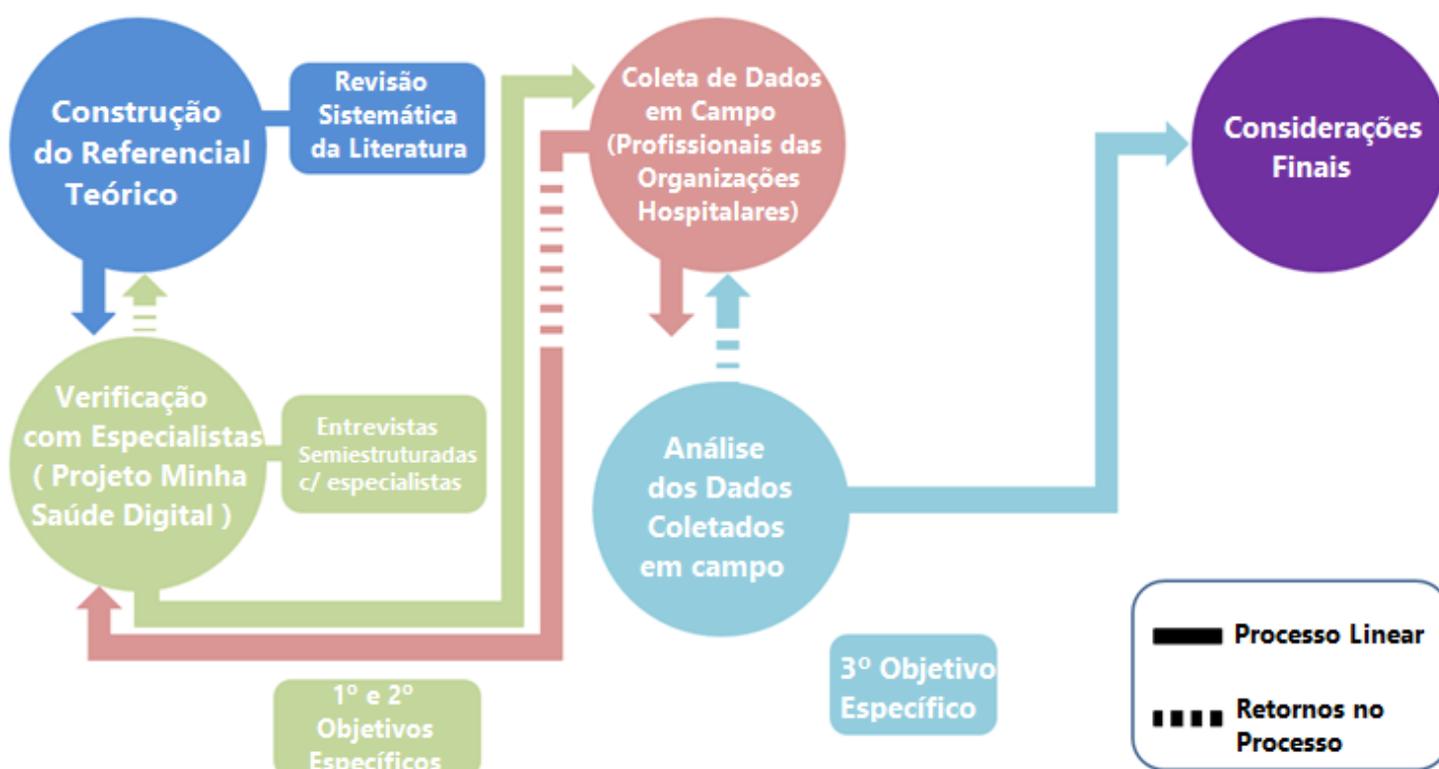
Fonte: Elaborado pelo autor com base em Diehl e Tatim (2004).

No presente trabalho foi utilizada uma pesquisa aplicada, quanto aos propósitos gerais é de caráter exploratório, possui abordagem quantitativa, baseada em uma revisão sistemática da literatura e em um estudo de caso que será realizado em um cluster de organizações hospitalares parceiras do projeto Minha Saúde Digital, o qual será devidamente descrito no método de trabalho (seção 3.2). Na próxima seção será apresentado o método de trabalho que dará suporte a realização desta pesquisa.

### 3.2 Método de Trabalho

A fundamentação deste trabalho está dividida em cinco bases: a construção do referencial teórico, através de revisões sistemáticas da literatura (RSL), verificação com especialistas, coleta de dados em campo, análise dos dados coletados em campo e discussões e, finalmente, as considerações finais. Estes passos estão ilustrados abaixo na Figura 1:

Figura 1 – Método de trabalho da pesquisa



Fonte: Elaborada pelo autor

#### 3.2.1 Construção do Referencial Teórico

A construção do referencial teórico teve início com uma revisão sistemática da literatura. Esse método, conhecido por evitar a duplicação de pesquisas e promover a aplicação de descobertas em diversos contextos (GALVÃO; RICARTE, 2019), é particularmente valorizado, conforme destacado por Baek *et al.* (2018), sendo que artigos que apresentam revisões de literatura são amplamente buscados pelos leitores

de trabalhos científicos. Essa abordagem não só organiza o conhecimento existente, mas também identifica lacunas e oportunidades para futuras pesquisas, estabelecendo assim uma base teórica sólida para o desenvolvimento do estudo. Esta revisão sistemática deu origem a um artigo (ALVES *et al.*, 2022), conforme apresentado no apêndice B. O artigo foi submetido ao *Journal of Health Informatics* e, após o período de revisões por pares, foi aceito e publicado.

A revisão da literatura foi inicialmente realizada utilizando os recursos do banco de dados Scopus em virtude da sua ampla cobertura de periódicos e almejando responder à questão proposta pela pesquisa. A estratégia de busca dos estudos valeu-se da definição da *string* de busca, com a concatenação das duas palavras principais no domínio de interesse: *blockchain* e *healthcare*. Assim, chegou-se às *strings* de busca a seguir: "*health OR healthcare*" AND *blockchain*. Apesar de não apresentar os maiores resultados quantitativos de retorno, obteve-se um resultado mais qualificado em razão do tema em pesquisa, ou seja, a aplicação da *blockchain* na saúde ou correlacionada a esta área.

É relevante notar que, ao realizar a busca inicial na Scopus, o primeiro trabalho identificado tinha sua data de publicação em 2016, o que levou à decisão de estabelecer esse ano como ponto de partida para a revisão sistemática. Essa escolha se fundamenta na premissa de que, a partir de 2016, a literatura apresenta informações mais consolidadas e visões mais maduras sobre o uso da tecnologia em questão. Como filtros, o primeiro foi a seleção de artigos dentro do idioma inglês. Posteriormente, foram selecionados somente os estudos publicados em revistas científicas (*journals*), excluindo todos os trabalhos que não fossem artigos finalizados, portanto, os anais de conferências, estudos não concluídos e capítulos de livros foram desconsiderados para manter o rigor e a qualidade do conteúdo. Finalizando, o último filtro concentrou-se na seleção dos artigos, através da triagem de título e resumo de modo a refinar ainda mais a listagem de estudos focando explicitamente a área de saúde em sua investigação, resultando um total de 30 artigos para uma leitura aprofundada.

Após a leitura integral dos 30 artigos selecionados, foi aplicado o que é sugerido por Okoli, Duarte e Mattar (2019) que dizem que antes de embarcar na tarefa de conduzir uma RSL, é ideal realizar primeiramente uma busca por alguma revisão sistemática existente. Para isso a *string* de busca foi aplicada em outras bases relevantes (*Pubmed* e *Web of Science*) e apareceram algumas revisões sistemáticas

de literatura importantes e recentes. Devido a isso, ao invés de refazer essas RSL, serão utilizadas, através do processo de bola de neve com os artigos citados por essas revisões sistemáticas da literatura.

### 3.2.2 Verificação com Especialistas

As informações obtidas através das RSL, serviram para a construção do referencial teórico, conforme informado anteriormente. A validação prática desse referencial foi realizada em parceria com especialistas selecionados entre os profissionais envolvidos no projeto Minha Saúde Digital. Essa validação compreendeu consultas diretas e interações com os especialistas, cujos perfis estão detalhados no Quadro 3.

Quadro 3 – Perfil dos especialistas

Identificação	Formação
Especialista 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Graduação em Tecnologia em Processamento de Dados</li> <li>• Mestrado em Informática</li> <li>• Doutorado (em andamento) em Computação Aplicada</li> <li>• Desenvolve pesquisa com ênfase em Inovação, <i>Blockchain</i> e Inteligência Artificial</li> </ul>
Especialista 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Graduação em Ciência da Computação</li> <li>• Mestrado em Computação</li> <li>• Doutorado em Computação</li> <li>• Desenvolve pesquisa com ênfase em Computação móvel e distribuída, Internet das Coisas, Interoperabilidade semântica, e Inteligência artificial, principalmente aplicados à área de saúde</li> </ul>
Especialista 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Graduação em Engenharia de Produção Mecânica</li> <li>• Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas</li> <li>• Doutorado em Engenharia de Produção</li> <li>• Desenvolve pesquisa com ênfase em Gestão da Inovação, Gestão de Projetos e Novas Tecnologias</li> </ul>
Especialista 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Graduação em Farmácia Bioquímica</li> <li>• Mestrado em Medicina</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Doutorado em Medicina</li><li>• Atua com Supervisão de Inovação, ensino e pesquisa</li></ul>
--	--

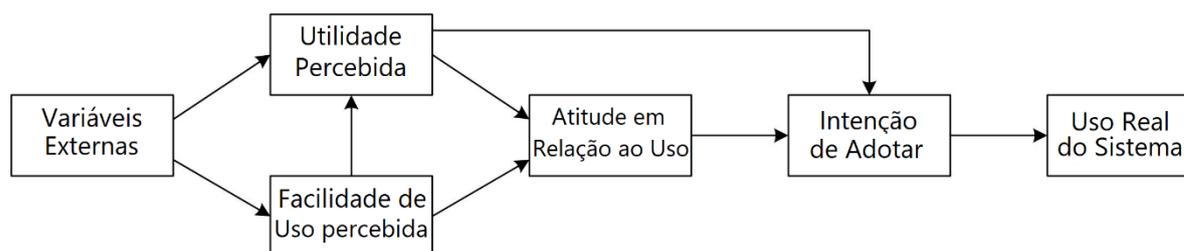
Fonte: elaborado pelo autor

Além das contribuições com a validação do referencial teórico, os especialistas também analisaram o modelo inicial proposto para a avaliação da adoção da arquitetura *blockchain* em sistemas de informação de saúde. As consultas ocorreram por chamadas online, e o modelo foi compartilhado por e-mail e aplicativos de mensagens, permitindo uma coleta eficiente de análises e feedback alinhada com as práticas adotadas na pesquisa. O modelo de avaliação resultante da validação pelos especialistas será descrito na seção a seguir (3.2.3). A validação por parte destes especialistas quanto às informações encontradas na literatura, assim como a validação do modelo proposto atendeu ao primeiro e segundo objetivos específicos descritos no capítulo 1.

### 3.2.3 *Technology Acceptance Model (TAM)*

O Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) é uma das teorias mais amplamente estudadas na área de aceitação de tecnologias. Desenvolvido por (DAVIS, 1989), o TAM propõe que a intenção de uso de uma tecnologia é influenciada pela percepção de utilidade e facilidade de uso. Esta teoria tem sido amplamente utilizada para entender e prever o comportamento do usuário em relação a vários tipos de tecnologias, incluindo software, sistemas de informação, dispositivos móveis e outros (DAVIS, 1993; VENKATESH; DAVIS, 2000). Além disso, o TAM tem sido objeto de muitos estudos empíricos, com resultados que confirmam a validade e a confiabilidade da teoria (ALTAMIMI *et al.*, 2022; KABIR; ISLAM, 2021; SHRESTHA; VASSILEVA, 2019). A Figura 2 ilustra a versão original do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM)

Figura 2 – Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM)



Fonte: Traduzido de Davis (1989)

Muitos pesquisadores têm ampliado o Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) para incluir construtos adicionais que possam influenciar a intenção de uso de uma tecnologia (SAPUTRA; DARMA, 2022; SCIARELLI *et al.*, 2022). Essas extensões incluem a consideração de fatores como confiança, atitudes e influências sociais (KAMBLE *et al.*, 2021; VENKATESH; DAVIS, 2000). O modelo proposto neste estudo é uma versão estendida do modelo TAM, com a adição de dois novos construtos. Esses construtos serão discutidos a seguir, assim como seus itens de verificação.

### 3.2.3.1. Construtos e itens de verificação

O modelo proposto neste estudo incorpora os quatro principais construtos do modelo original TAM (Modelo de Aceitação de Tecnologia), que são: Percepção de Facilidade de Uso (PEOU), Percepção de Utilidade (PU), Atitude em relação ao Uso (ATT) e Intenção de Adotar (INT) (DAVIS, 1989). Além desses quatro construtos, baseados na revisão de literatura, foram adicionados dois construtos, a saber: Segurança e Privacidade Percebidas (PSP) (BALI *et al.*, 2022; KUMAR; UPRETI; MOHAN, 2022) e Governança Regulatória e Padrões da Indústria de Saúde (GHS) (KAMBLE *et al.*, 2021; LI *et al.*, 2021). Cada um dos construtos do modelo proposto foi detalhadamente descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Construtos

Construto	Definição
Facilidade de uso percebida (PEOU)	Refere-se ao grau em que uma pessoa acredita que a adoção de uma determinada tecnologia pela organização seria livre de esforço

Utilidade percebida (PU)	Refere-se ao grau em que uma pessoa acredita que o uso de uma determinada tecnologia melhoraria seu desempenho no trabalho
Atitude (ATT)	Refere-se à disposição positiva ou negativa de uma pessoa em relação a uma tecnologia, baseada em suas características e experiências anteriores
Intenção em adotar o <i>Blockchain</i> (INT)	Refere-se ao grau em que uma pessoa ou instituição adotar a tecnologia <i>blockchain</i>
Segurança e Privacidade percebidas (PSP)	Refere-se à crença de que a tecnologia <i>blockchain</i> é segura e protege as informações sensíveis, bem como a privacidade das informações
Governança Regulatória e Padrões da Indústria da Saúde (GHS)	Refere-se às regulamentações e padrões estabelecidos pelo governo e pela indústria da saúde para a implementação e uso da tecnologia de <i>blockchain</i> .

---

Fonte: elaborado pelo autor

Os construtos do modelo proposto, conforme indicados na Quadro 3, são compostos por itens de verificação que permitem avaliar cada um desses construtos. No caso dos construtos derivados do modelo TAM original, o construto PEOU é representado por quatro itens de verificação, enquanto o construto PU é composto por quatro itens de verificação. O construto ATT é formado por três itens de verificação, e o construto INT é avaliado por meio de quatro itens de verificação. Além disso, os novos construtos introduzidos no modelo, Segurança e Privacidade percebidas (PSP) e Governança Regulatória e Padrões da Indústria da Saúde (GHS), são representados, respectivamente, por quatro e três itens de verificação. O Quadro 3 apresenta de forma detalhada os vinte e dois itens de verificação utilizados no modelo proposto.

Quadro 4 – Construtos e seus itens de verificação

Item de verificação	Referência
<b>PEOU1</b> – Minha equipe possui as habilidades necessárias para trabalhar efetivamente com a arquitetura <i>blockchain</i> .	Davis (1989)
<b>PEOU2</b> – A empresa está preparada para implantar uma arquitetura <i>blockchain</i>	
<b>PEOU3</b> – A arquitetura <i>blockchain</i> se integra facilmente às outras tecnologias presentes da empresa	

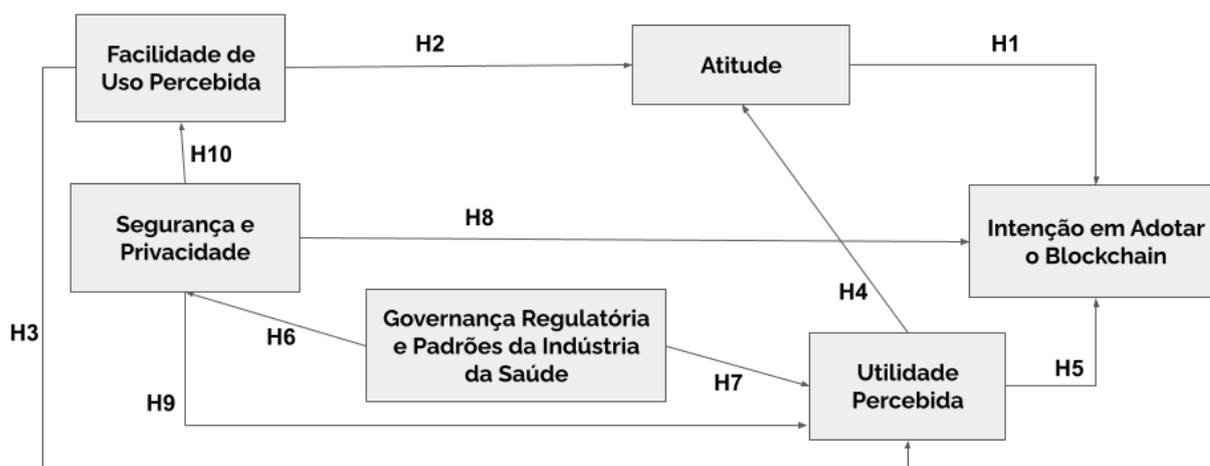
<b>PU1</b> – A arquitetura <i>Blockchain</i> ajudará a melhorar a eficiência dos negócios	Davis (1989) Kamble <i>et al.</i> (2021)
<b>PU2</b> – A arquitetura <i>Blockchain</i> ajudará a melhorar a produtividade dos negócios	
<b>PU3</b> – A arquitetura <i>Blockchain</i> melhorará a qualidade das operações de negócios	
<b>PU4</b> – A tecnologia <i>Blockchain</i> desenvolve competitividade organizacional	
<b>ATT1</b> – A adoção da arquitetura <i>Blockchain</i> é uma boa ideia.	Davis (1989)
<b>ATT2</b> – A adoção da arquitetura <i>blockchain</i> , em detrimento de outras tecnologias, é adequada	
<b>ATT3</b> – Em um sentido geral, a arquitetura <i>blockchain</i> é estratégica para nossa empresa.	
<b>ATT4</b> – A arquitetura <i>Blockchain</i> é mais rápida de se adotar em comparação com outras tecnologias	
<b>INT1</b> – Considero importante a organização adotar essa arquitetura para compartilhar dados de registros pessoais de saúde	Davis (1989)
<b>INT2</b> – Eu usaria essa arquitetura para compartilhar dados de registros pessoais de saúde no meu dia a dia	
<b>INT3</b> – Tenho a intenção de adotar essa arquitetura de compartilhamento de dados de saúde no futuro	
<b>INT4</b> – Eu acredito que é crucial adotar essa arquitetura para compartilhar dados de registros pessoais de saúde	
<b>PSP1</b> – O uso da arquitetura baseada em <i>blockchain</i> é tecnicamente seguro	Bali <i>et al.</i> (2022). Kumar, Upreti e Mohan (2022). Prasetyo Atmoko <i>et al.</i> (2021).
<b>PSP2</b> – O uso da arquitetura baseada em <i>blockchain</i> é robusto em termos de aplicação	
<b>PSP3</b> – Tenho confiança na arquitetura <i>blockchain</i> apresentada	
<b>PSP4</b> – Acredito na confidencialidade dos dados proporcionada pela arquitetura	
<b>GHS1</b> – É necessário construir uma arquitetura <i>blockchain</i> global e estabelecer padrões que garantam interoperabilidade entre diferentes tecnologias	Kamble <i>et al.</i> (2021) Li <i>et al.</i> (2021)
<b>GHS2</b> – O suporte regulatório do governo é necessário para o desenvolvimento da arquitetura <i>blockchain</i>	
<b>GHS3</b> – O desenvolvimento de modelos de negócios inovadores é necessário para se preparar para a arquitetura <i>blockchain</i>	

Fonte: elaborado pelo autor

### 3.2.3.2. Modelo proposto e hipóteses de pesquisa

Este estudo adota a abordagem de teste de teorias, que permite explorar os relacionamentos propostos entre os construtos. Dessa forma, é possível avaliar as qualidades das conexões entre os diferentes elementos do modelo. O modelo proposto é visualmente representado na Figura 3, que serve como uma ferramenta para verificar as hipóteses formuladas e identificar as relações entre os construtos que estão sendo testados. Essa representação gráfica auxilia na análise e compreensão das interações entre os elementos do modelo.

Figura 3 – Modelo estendido TAM proposto



Fonte: elaborado pelo autor

Após identificar os construtos essenciais e definir seus respectivos itens de verificação, é fundamental estabelecer as relações entre eles no modelo proposto do TAM estendido. Esse processo é realizado por meio do desenvolvimento de hipóteses, que são formuladas com base na revisão da literatura, a fim de investigar os construtos apresentados na Tabela 1.

As hipóteses estabelecidas no contexto deste estudo, e mapeadas na Figura 3, são as seguintes:

- H1 – A atitude influencia positivamente a Intenção de adotar a arquitetura *Blockchain*
- H2 – A facilidade de uso percebida influencia positivamente a Atitude de adotar a arquitetura *Blockchain*.

- H3 – A facilidade de uso percebida influencia positivamente a Utilidade percebida da adoção da arquitetura *Blockchain*.
- H4 – A utilidade percebida influencia positivamente a Atitude de adotar a arquitetura *Blockchain*.
- H5 – A utilidade percebida influencia positivamente a Intenção de adotar a arquitetura *Blockchain*.
- H6 – A governança regulatória e os padrões da indústria da saúde influenciam positivamente a segurança e privacidade percebidas.
- H7 – A governança regulatória e os padrões da indústria da saúde influenciam positivamente a utilidade percebida para adotar a arquitetura *Blockchain*.
- H8 – Segurança e privacidade percebidas influenciam positivamente a intenção de adotar a arquitetura *Blockchain*.
- H9 – Segurança e privacidade percebidas influenciam positivamente a utilidade percebida para adotar a arquitetura *Blockchain*.
- H10 – Segurança e privacidade percebidas influenciam positivamente a facilidade de uso percebida

#### 3.2.4 Coleta de Dados

A coleta de dados em campo foi realizada através da aplicação de um questionário com profissionais ligados às organizações hospitalares parceiras que estejam relacionados direta ou indiretamente ao processo de implantação, desenvolvimento ou operações envolvendo o *blockchain* ou novas tecnologias computacionais. Os respondentes pertencem à área de tecnologia da informação e comunicação (TIC) das organizações. Esta etapa possibilitou a análise das relações entre os fatores que influenciam a adoção da arquitetura de *blockchain* em diferentes tipos de organizações hospitalares, atendendo o terceiro objetivo específico do presente trabalho.

Conforme mencionado por Mattar, Oliveira e Motta (2014), a padronização das perguntas no questionário tem como objetivo garantir que todos os respondentes sejam confrontados com a mesma pergunta, assegurando a consistência dos dados obtidos. Parasuraman, Grewal e Krishnan (2006) complementam essa perspectiva ao descrever o questionário como um conjunto de questões elaboradas de maneira

precisa e organizada, visando coletar os dados necessários para atingir os objetivos da pesquisa. O questionário aplicado foi estruturado em duas seções de questões, cujas características são explanadas abaixo.

A primeira seção do questionário fez a aplicação dos itens de verificação do modelo proposto: o questionário foi composto por seis (6) construtos contendo um total de vinte dois (22) itens de verificação a serem analisados pelos respondentes com auxílio da escala de *Likert* de 5 pontos, que apresenta as seguintes categorias de respostas: Discordo Totalmente (DT), Discordo (D), Não Concordo nem Discordo (NC), Concordo Parcialmente (CP), Concordo Totalmente (CT), onde 1 representa total discordância e 5 plena concordância. A Tabela 2 apresenta a distribuição das questões:

Tabela 2 – Distribuição das questões segundo os construtos

Construto	Questões/Itens
Facilidade de uso percebida	3 questões
Utilidade percebida	4 questões
Atitude	4 questões
Intenção em adotar o <i>Blockchain</i>	4 questões
Segurança e Privacidade percebidas	4 questões
Governança Regulatória e Padrões da Indústria da Saúde	3 questões

Fonte: elaborado pelo autor

A segunda seção do instrumento de pesquisa (Dados de Identificação) coletou informações sociodemográficas (sexo, idade, nível de escolaridade, tempo de empresa e função ocupada) sobre os participantes da amostra pesquisada.

A coleta de dados sociodemográficos dos participantes ocorreu durante os meses de agosto a setembro de 2023, por meio das informações fornecidas em relação ao sexo, escolaridade, idade, além do tempo e posição ocupada em suas respectivas empresas. Os resultados relativos ao perfil sociodemográfico da amostra podem ser visualizados na Tabela 3.

A análise descritiva dos participantes revelou informações relevantes sobre o perfil da amostra. A maioria significativa dos participantes (88,46%) era do sexo masculino, enquanto apenas 11,54% eram do sexo feminino. Em relação à faixa etária, observou-se uma distribuição diversificada, com 26,92% dos participantes na

faixa etária de 26 a 35 anos, 46,15% na faixa de 36 a 45 anos e 23,08% entre 46 e 55 anos. Não houve participantes com 56 anos ou mais na amostra.

No que diz respeito ao nível de escolaridade, a maioria dos respondentes possuía pós-graduação (65,38%), indicando um alto grau de formação acadêmica na amostra. Cerca de 26,92% tinham o ensino superior como titulação máxima, enquanto 7,69% possuíam apenas ensino técnico como sua qualificação mais elevada.

Em relação ao tempo de empresa, os participantes apresentaram uma distribuição variada. Um grupo significativo (53,85%) tinha mais de 10 anos de experiência na empresa, enquanto 26,92% possuíam entre 1 e 3 anos de experiência. Houve também participantes com 4 a 6 anos de experiência (19,23%). Não foram identificados participantes com menos de 1 ano ou entre 7 e 10 anos de experiência na empresa. Quanto à ocupação de cargos de liderança, a maioria dos participantes (57,69%) afirmou ocupar cargos de liderança em suas respectivas organizações, enquanto 42,31% não ocupavam cargos de liderança.

Essas informações fornecem uma visão abrangente do perfil dos participantes da pesquisa e podem ser úteis para a interpretação dos resultados e conclusões decorrentes do estudo.

Tabela 3 – Dados sociodemográficos

Característica	Detalhamento	Quantidade	Porcentagem
Sexo	Feminino	3	11,54%
	Masculino	23	88,46%
Idade	Até 25 anos	1	3,85%
	26 – 35 anos	7	26,92%
	36 – 45 anos	12	46,15%
	46 -55 anos	6	23,08%
	56 anos ou mais	0	0,00%
Nível de Escolaridade	Ensino Técnico	2	7,69%
	Superior	7	26,92%
	Pós-graduação	17	65,38%
Tempo de empresa	Menos de 1 ano	0	0,00%
	1 – 3 anos	7	26,92%

	4 – 6 anos	5	19,23%
	7 – 10 anos	0	0,00%
	Mais de 10 anos	14	53,85%
Cargo de liderança	Sim	15	57,69%
	Não	11	42,31%

Fonte: elaborado pelo autor

Após a conclusão da coleta de dados, deu-se início ao processo de confirmação do modelo estrutural proposto utilizando o software *SmartPLS 4.0*. Essa etapa inicial compreendeu a Análise de Componentes Confirmatória (CCA), cujo propósito foi avaliar a validade convergente e discriminante dos construtos do modelo. Para mensurar a consistência e convergência dos construtos, foram conduzidas análises abrangendo o Alfa de Cronbach, a Correlação de Spearman, a Confiabilidade Composta e a Variância Média Extraída.

A validade discriminante, que visa avaliar a capacidade de um construto ser claramente distinto dos outros (HAIR *et al.*, 2009), foi submetida à análise das cargas fatoriais, seguindo o método proposto por Fornell e Larcker (1981). Conforme esse método, a raiz quadrada da variância média extraída de cada construto deve superar a correlação com os demais construtos do modelo. Ademais, o critério do Rácio Heterotrait-Monotrait (HTMT) foi empregado para verificar se o limite superior do intervalo de confiança de 95% era inferior a 0,85, considerando aceitável o valor de 0,90 para construtos conceitualmente próximos (HAIR *et al.*, 2019).

Para a avaliação dos fatores que influenciam a intenção de adoção da arquitetura *blockchain* em sistemas de informação em saúde, foram conduzidos testes de hipóteses referentes ao modelo estrutural apresentado. Esses testes foram realizados por meio da Modelagem de Equações Estruturais (*Structural Equation Modeling – SEM*), com estimação por Mínimos Quadrados Parciais (*Partial Least Squares – PLS*).

### 3.3 Unidade de análise: Projeto Minha Saúde Digital

O Pesquisador à frente deste trabalho é um dos participantes do projeto de pesquisa Minha Saúde Digital (MSD). Esse projeto visa desenvolver um modelo

inteligente de informação e comunicação, baseado em uma arquitetura distribuída em *Blockchain* com dados clínicos padronizados, para interligar diversos provedores de serviços de saúde e os pacientes de pandemias. Como padronização dos dados, o projeto adota o OpenEHR, padrão internacional aberto e recomendado pelo Sistema Único de Saúde (SUS), para representar os dados clínicos do paciente provendo a interoperabilidade semântica entre os diferentes envolvidos.

O modelo proposto, denominado MinhaSaúdeDigital, permite também a interação remota e assistência aos pacientes de pandemias, em particular aqueles infectados por COVID-19, através do uso de dispositivos móveis. Essa interação permite a comunicação direta com o paciente, o acompanhamento da evolução da pandemia e a atualização do registro eletrônico de saúde (RES) que é armazenado em OpenEHR no *Blockchain* criado.

Os dados coletados são submetidos a módulos de análise de dados, baseadas em *deep learning*, para predição de prognóstico e geração de indicadores para tomada de decisão. São parceiros do projeto importantes provedores de saúde envolvidos no enfrentamento da COVID-19 no Rio Grande do Sul, a saber: Grupo Hospitalar Conceição (GHC), Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), Hospital Ernesto Dornelles (HED), Hospital Moinhos de Vento (HMV), Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM), Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre (ISCOMPA) e Unimed Central de Serviços RS. O projeto conta também com a parceria do Instituto Colaborativo de *Blockchain* (iCOLAB), instituição sem fins lucrativos focado no *Blockchain*.

Como resultado do projeto MSD, será produzido um sistema interoperável de informação e comunicação que armazena dados no padrão *OpenEHR*, através de uma *Blockchain* privada, em que cada parceiro constituirá um nó da rede. Além disso, através do MinhaSaúdeDigital, será possível manter contato com os pacientes afetados por pandemias, para assistência e acompanhamento clínico, gerando prognóstico e indicadores de saúde para apoiar o combate à COVID-19.

### 3.3.1 Arquitetura *blockchain*

Uma das soluções desenvolvidas durante o projeto é “a criação de modelo e protótipo distribuído para interoperabilidade segura e comunicação de dados de saúde baseado em *Blockchain* no âmbito da COVID-19”. Esse modelo é a arquitetura

*blockchain* alvo do nosso estudo de viabilidade de implantação. O modelo proposto será descrito a seguir.

A arquitetura *blockchain* proposta é uma solução para a interoperabilidade do PHR entre instituições de saúde com dados descentralizados em dois formatos: 1) metadados do PHR (descrição, perfil) na cadeia compartilhada por todos os nós da rede; 2) Dados PHR (imagens, arquivos) acessíveis através de nós IPFS, conforme características apresentadas em Misbhauddin (2020). Assim, os pacientes poderiam usar sua própria chave para fornecer acesso aos dados do PHR sempre que solicitado, com criptografia de ponta a ponta e usando técnicas de Criptografia Totalmente Homomórfica (FHE) para apoiar a análise de dados em dados criptografados. Introduzimos dois novos elementos, um chamado “Data Steward”, que é um nó IPFS responsável por armazenar o PHR em nome do paciente e um chamado *Shared Data Vault*, que é uma área de armazenamento IPFS fixa temporária onde as instituições de saúde podem acessar o PHR sob o consentimento do paciente. Ambos estão focados em segregar o acesso a informações confidenciais de pacientes e fornecer controle sobre os dados.

A contribuição científica da arquitetura *blockchain* proposta é dar flexibilidade no acesso aos dados, onde os pacientes podem compartilhar PHR por um período pré-definido com instituições de saúde usando um *Shared Data Vault*, reduzir conflitos de interesse assumindo a maior responsabilidade pelo gerenciamento de dados PHR das instituições de saúde e passando para um *Data Vault Steward*, responsável por armazenar os dados PHR criptografados com a chave do paciente. A privacidade na análise de dados foi melhorada com a adoção de técnicas de FHE que permitem às instituições de saúde obter a análise de dados numéricos de forma criptografada sem expor os indivíduos. Ele promove criptografia de ponta a ponta para dados em trânsito e armazenamento, que atendem à maioria das regulamentações do setor, como HIPAA e GDPR.

## 4 ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados foi conduzida em várias etapas. Inicialmente, realizou-se uma análise descritiva para compreender as respostas dos participantes e avaliar suas atitudes em relação às questões da pesquisa. Em seguida, uma Análise de Componentes Confirmatória (CCA) foi realizada com o objetivo de avaliar a validade convergente e a consistência interna dos construtos do modelo. A validade discriminante foi examinada por meio da análise das cargas fatoriais, seguindo o método proposto por Fornell e Larcker (1981). Além disso, a normalidade dos dados foi testada com o uso da curtose e assimetria, conforme indicado por Curran, West e Finch (1996), Ryu (2011), e Bai e Ng (2005).

Por fim, conduziram-se testes de hipóteses para avaliar os fatores que influenciam a intenção de adoção da arquitetura *blockchain* em sistemas de informação em saúde. Essas análises de hipóteses foram conduzidas por meio da Modelagem de Equações Estruturais (SEM) com estimação por Mínimos Quadrados Parciais (PLS-SEM).

### 4.1 Análise descritiva

A média e o desvio padrão foram calculados como medidas descritivas para compreender as respostas dos participantes e, assim, avaliar a atitude dos mesmos em relação às questões apresentadas na pesquisa. A média representa a tendência central dos dados, enquanto o desvio padrão mede a dispersão, proporcionando um indicador da variabilidade das respostas (PALLANT, 2020). Um desvio padrão pequeno indica que os valores estão próximos da média, enquanto um alto valor de desvio padrão sugere o contrário.

As respostas aos itens foram avaliadas em uma escala *Likert* de 5 níveis. Para categorizar essa escala com base na média e analisar a pontuação de cada item, a abordagem de (ABU-TAIEH *et al.*, 2022) foi seguida. Essa abordagem dividiu a diferença entre o nível mais alto e o mais baixo pelo número de níveis *Likert* utilizados na pesquisa. O índice de intervalo resultante foi de 0,80, conforme observado na classificação apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 – Níveis de concordância dos construtos

Intervalo	Categoria
$4,20 < x \leq 5$	Muito Alto
$3,40 < x \leq 4,20$	Alto
$2,60 < x \leq 3,40$	Neutro
$1,80 < x \leq 2,60$	Baixo
$1 \leq x \leq 1,80$	Muito Baixo

Fonte: elaborado pelo autor

Os dados coletados incluem as médias de todos os itens dos construtos: facilidade de uso percebida, utilidade percebida, atitude para adotar, segurança e privacidade percebidas, governança regulatória e padrões da indústria da saúde, e intenção de adotar do nosso modelo. A análise estatística descritiva inicial dos dados revela que todos os construtos desempenham um papel significativo no contexto da adoção da arquitetura *blockchain*.

A Tabela 5 apresenta os construtos com média, desvio padrão (DP), nível e classificação. Todos os construtos foram categorizados como “Alto” a “Muito alto” de acordo com a Tabela 4, com base nos trabalhos de Shrestha e Vassileva (2019) e Ala’a e Ramayah (2023). A única exceção é o construto PEOU, que recebeu uma classificação de “Neutro” com uma média de 3,064. O construto PSP foi classificado como o mais alto entre todos os construtos.

Tabela 5 – Média geral e desvio padrão dos construtos

Construto	Média	Desvio Padrão	Nível	Classificação
PEOU – Facilidade de Uso Percebida	3,064	0,284	Neutro	6
PU – Utilidade Percebida	3,856	0,138	Alto	4
ATT – Atitude	3,788	1,085	Alto	5
INT – Intenção de Adoção	4,096	0,126	Alto	3
PSP – Segurança e Privacidade Percebidas	4,385	0,103	Muito Alto	1
GHS – Governança Regulatória e Padrões da Indústria da Saúde	4,167	0,152	Alto	2

Fonte: elaborado pelo autor

Essa análise inicial revelou que os participantes concordaram amplamente com os itens relacionados aos construtos, exceto no caso do construto PEOU, onde a tendência foi manter a neutralidade. Enquanto a média de PEOU foi classificada como “Neutro” (3,064), estudos indicam que a facilidade de uso é frequentemente um fator crítico na adoção de tecnologias inovadoras (GAO; LI, 2021; LIAN *et al.*, 2020; PRASETYO ATMOKO *et al.*, 2021). Essa discordância pode sugerir peculiaridades na percepção dos participantes ou nuances específicas da implementação da arquitetura *blockchain* em sistemas de saúde.

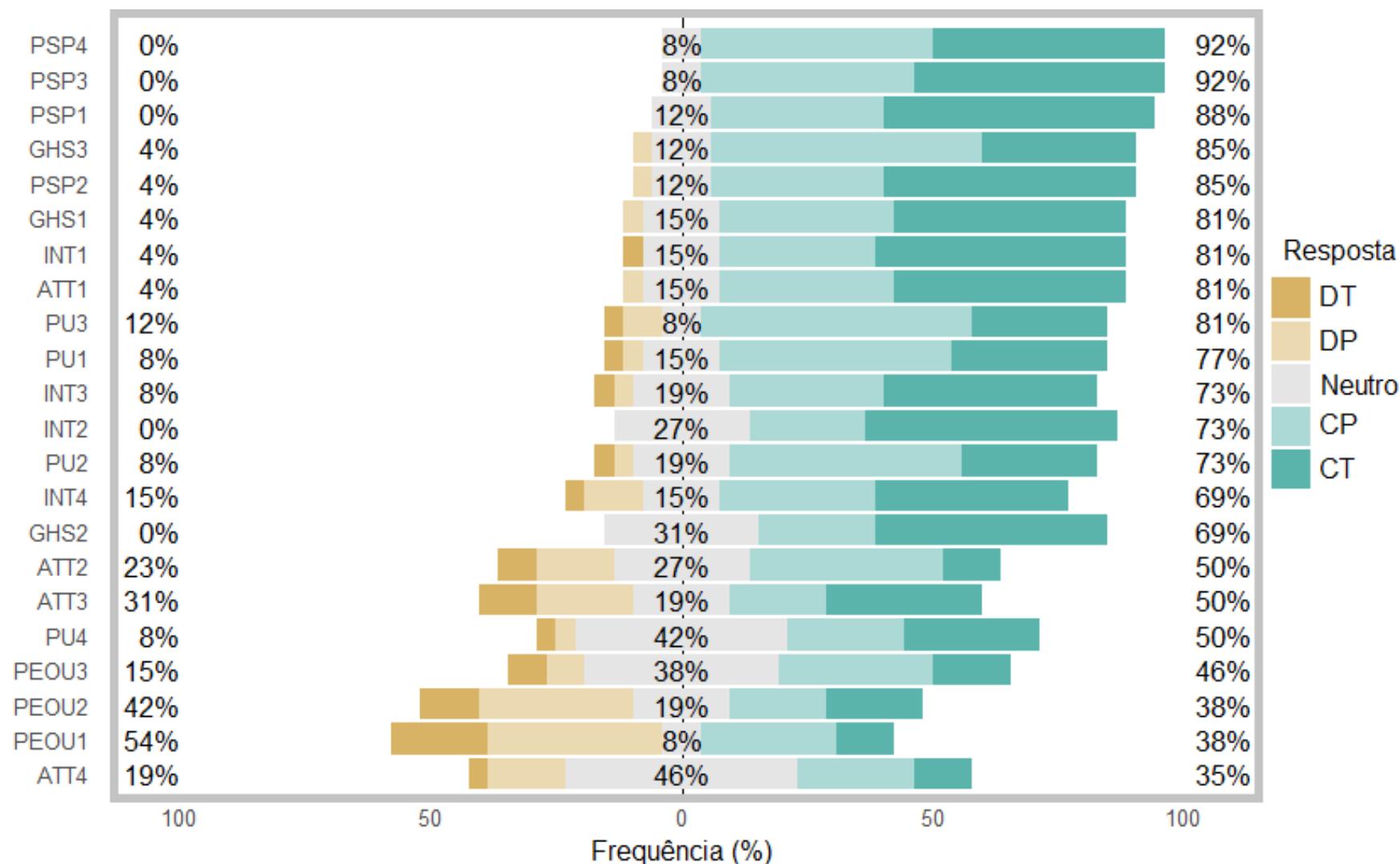
Além da análise em relação aos construtos, também foi analisado como os participantes responderam a cada um dos itens de verificação. Os resultados indicaram uma variedade de respostas dos participantes aos diferentes itens de verificação. Alguns itens receberam predominantemente respostas na faixa de “Concordo Totalmente”, sugerindo um alto grau de concordância com essas afirmações. Por outro lado, alguns itens geraram respostas variadas em todas as categorias da escala *Likert*, indicando divergência de opiniões entre os participantes. Os percentuais resultantes dessa pesquisa podem ser observados no gráfico *Likert* apresentado na Figura 4.

A análise dos resultados desta pesquisa revelou uma notável diversidade de respostas entre os participantes em relação aos diferentes itens de verificação, indicando uma riqueza de percepções sobre a adoção da arquitetura *blockchain*. Alguns itens receberam uma forte concordância, com uma maioria significativa de participantes indicando “Concordo Totalmente” ou “Concordo Parcialmente”. Por exemplo, o construto PSP (Segurança e Privacidade Percebidas), em relação ao percentual total de concordância, obteve os seguintes resultados em seus itens de verificação: 85% (PSP2), 88% (PSP1) e 92% de concordância para os itens de verificação PSP3 e PSP4. Esses valores mostram um alto grau de consenso em relação a esses aspectos específicos da arquitetura *blockchain*.

No entanto, é importante observar que outros itens apresentaram respostas mais heterogêneas, abrangendo todas as categorias da escala *Likert*. Isso é particularmente evidente nos itens relacionados à Facilidade de Uso Percebida (PEOU), nos quais as respostas aos itens PEOU1 e PEOU2 variaram, com um percentual considerável de discordância, somando aproximadamente 54% e 42%, respectivamente. Isso indica que uma parte significativa dos participantes discordou

significativamente desses itens, que avaliaram a prontidão da empresa e a capacidade da equipe do respondente para implementar e utilizar a arquitetura *blockchain*.

Figura 4 – Gráfico *Likert* amostra geral (DT – Discordo Totalmente, DP – Discordo Parcialmente, CP – Concordo Parcialmente, CT – Concordo Totalmente)



Esse padrão nas respostas dos itens PEOU1 e PEOU 2 pode ser explicado pelo fato de o *blockchain* ainda ser considerado uma tecnologia emergente em estágio inicial (KABIR; ISLAM, 2021; PÓLVORA *et al.*, 2020), e a sua complexidade técnica associada pode representar um desafio para os usuários em termos de compreensão e utilização, conforme indicado por pesquisas anteriores (TOUFAILY; ZALAN; DHAOU, 2021; WONG *et al.*, 2020).

O item PEOU3, que avaliou a facilidade de integração do *blockchain* com outras tecnologias, obteve 15% apenas de discordância. As respostas neutras foram de 38%, o que condiz com os estudos de Hughes *et al.* (2019), Taherdoost (2022) e Toufaily, Zalan e Dhaou (2021), que apontam a interoperabilidade como um desafio à adoção do *blockchain*. A porcentagem de concordância de PEOU3 foi cerca de 46%, o que condiz com estudos anteriores (ABOU-NASSAR *et al.*, 2020; ROEHRS *et al.*, 2021; VANIN *et al.*, 2022), que propuseram soluções em *blockchain* que possuíam interoperabilidade entre suas características principais (ABOU-NASSAR *et al.*, 2020; ROEHRS *et al.*, 2021; VANIN *et al.*, 2022) .

Adicionalmente, alguns itens, como ATT1 e INT2, registraram apenas cerca de 4% de respostas na categoria “Discordo Totalmente”, sugerindo uma concordância geral com essas afirmações. No entanto, os itens INT3 e INT4 geraram respostas diversas em todas as categorias. Ainda assim as respostas foram mais numerosas nas categorias de concordância, onde INT3 obteve um percentual total de cerca de 73% e INT4 apareceu com aproximadamente 69%.

Além de examinar as respostas gerais dos participantes a cada item de verificação, realizou-se uma análise comparativa das respostas entre os perfis líderes e liderados. O comportamento dos líderes e liderados em relação aos itens específicos dos construtos pode ser visualizado nos gráficos *Likert* apresentados nas Figuras 5, 6 e 7. No gráfico da Figura 5, que avalia os construtos de Facilidade de Uso Percebida (PEOU) e Utilidade Percebida (PU), observamos variações notáveis nas respostas entre líderes e liderados.

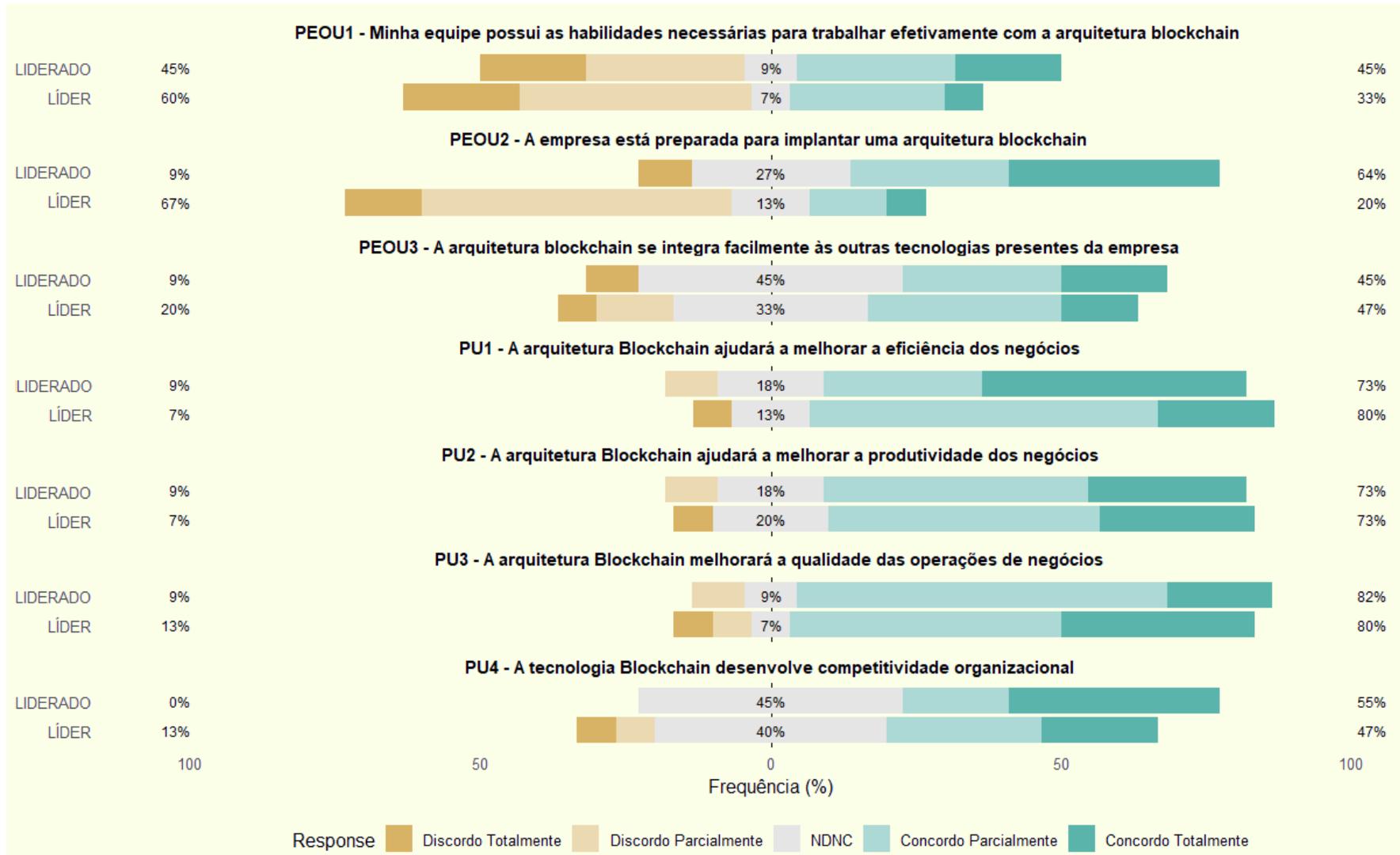
Em relação ao construto PEOU, ao analisar o item **“PEOU1 – Minha equipe possui as habilidades necessárias para trabalhar efetivamente com a arquitetura blockchain”**, nota-se uma variação moderada nos comportamentos dos grupos. Os líderes apresentam uma discordância significativa, cerca de 60%, enquanto os liderados tiveram um equilíbrio entre a concordância e discordância, com cerca de 45% cada. Esse contraste de padrões de cada grupo também foi identificado por

(TOUFAILY; ZALAN; DHAOU, 2021), onde ocupantes de cargos de liderança consideram a tecnologia complexa, exigindo tempo e habilidades para a compreensão, enquanto outros perfis subestimam a sua complexidade.

No que diz respeito a PEOU2, que avaliou o preparo da empresa para implantar uma arquitetura *blockchain*", observa-se uma concordância significativa dos liderados, aproximadamente 64%. Em contrapartida, os líderes demonstraram 67% de discordância. A cautela dos líderes pode ser atribuída a pesquisas anteriores (ESFAHBODI; PANG; PENG, 2022; TOUFAILY; ZALAN; DHAOU, 2021; VANIN *et al.*, 2022), que indicam que a adoção de uma nova tecnologia implica investimentos iniciais, incluindo custos de aprendizado para familiarização com o sistema, além de desafios como o potencial desperdício de energia no uso do *blockchain*, devido à sua alta exigência computacional.

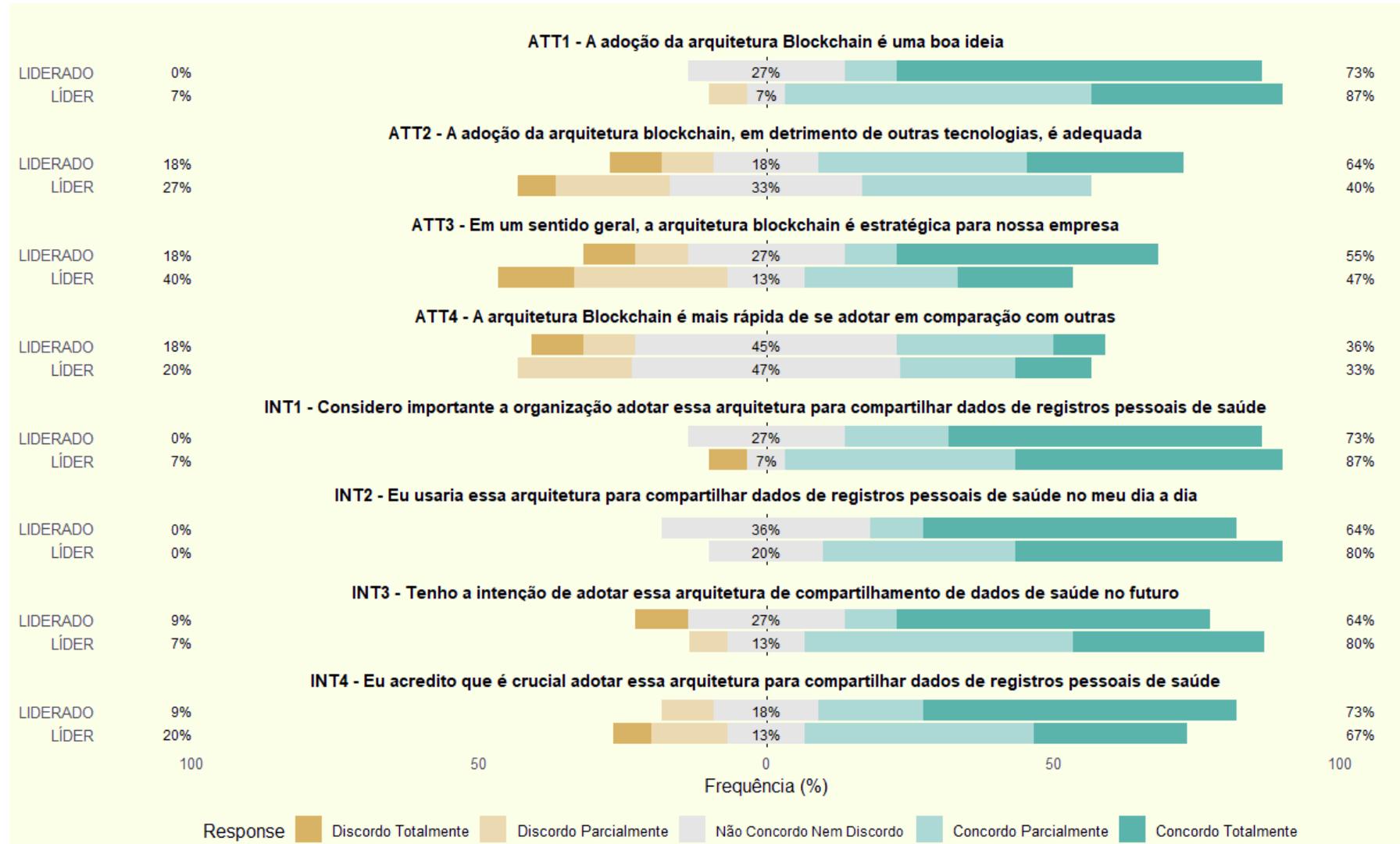
No que diz respeito à Utilidade Percebida (PU), ambos os grupos, líderes e liderados, concordam de forma expressiva, com percentuais de concordância variando entre 73% e 80%. Essa alta concordância sugere que os benefícios percebidos da tecnologia são amplamente reconhecidos por ambos os grupos, que acreditam que o *blockchain* pode melhorar aspectos como eficiência, produtividade, competitividade e qualidade dos negócios das organizações que o adotarem, como afirmado em pesquisas prévias (KUBERKAR; SINGHAL, 2021; SAURABH; DEY, 2021; SGROI, 2022; TAN; SUNDARAKANI, 2021).

Figura 5 – Respostas dos líderes e liderados para PEOU e PU



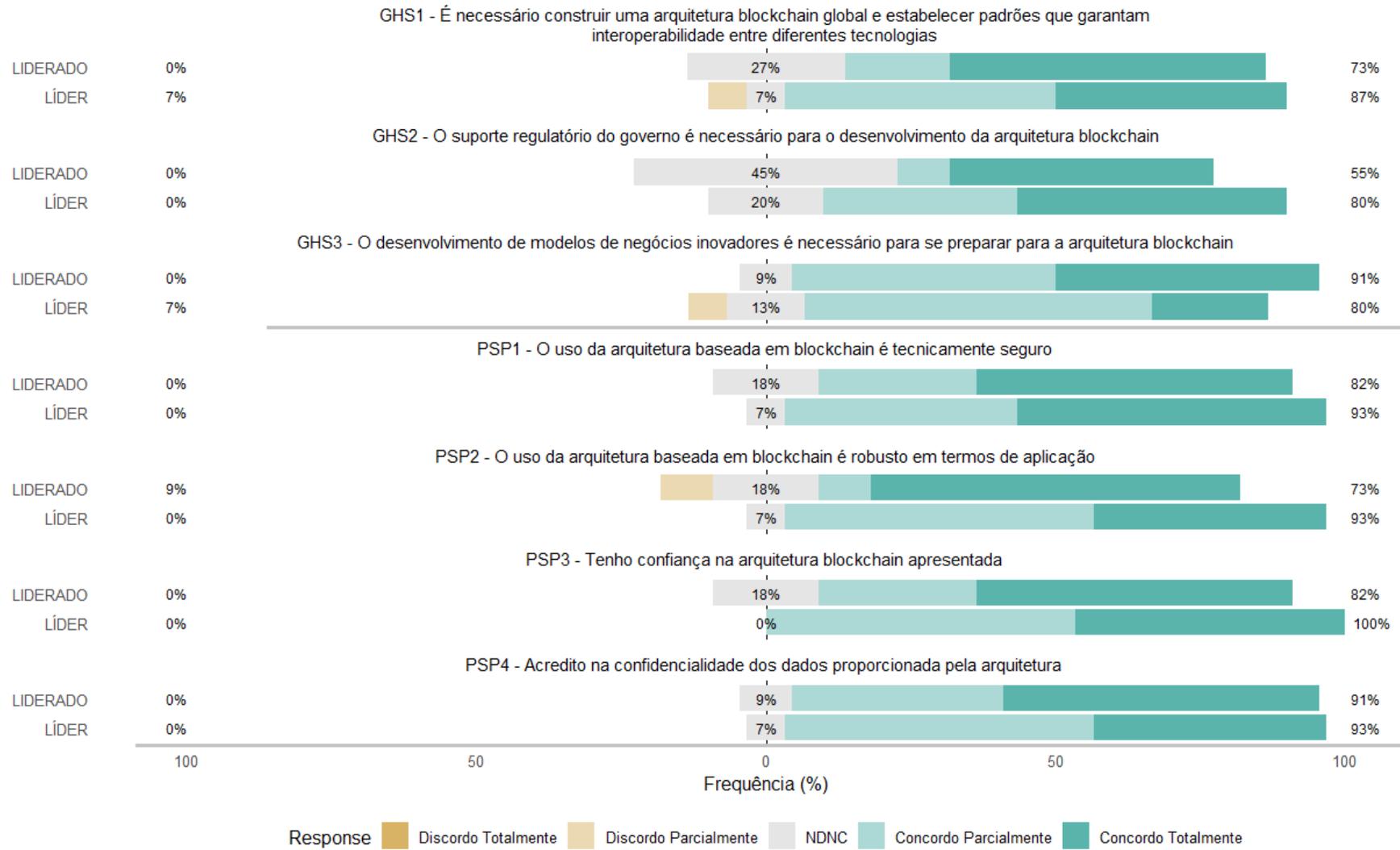
Fonte: elaborado pelo autor

Figura 6 – Respostas dos líderes e liderados para ATT e INT



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 7 – Respostas dos líderes e liderados para GHS e PSP



Fonte: elaborado pelo autor

No gráfico presente na Figura 7, que explora os construtos de Segurança e Privacidade Percebidas (PSP) e Governança Regulatória e Padrões da Indústria da Saúde (GHS), observamos uma concordância notável nos itens relacionados ao GHS tanto entre líderes quanto entre liderados. Os percentuais de concordância variam entre 80% e 87% para GHS1, GHS2 e GHS3, sugerindo que tanto líderes quanto liderados compartilham uma visão comum sobre a governança e os padrões da indústria de saúde relacionados à tecnologia *Blockchain*. A concordância nos achados da pesquisa, respaldada por estudos anteriores (JANSSEN *et al.*, 2020; KAMBLE; GUNASEKARAN; ARHA, 2019; SUNMOLA; BURGESS; TAN, 2021), reforça que o suporte à estruturação de regras regulatórias e governança são fundamentais para o desenvolvimento saudável do *blockchain*. Além disso, a aderência a padrões internacionais no setor promove comunicações efetivas e facilita a implementação bem-sucedida do *blockchain* (HUGHES *et al.*, 2019).

No entanto, quando se trata dos itens relacionados à Segurança e Privacidade Percebidas (PSP), os liderados apresentam uma discordância ligeiramente maior, com percentuais de concordância variando entre 73% e 82%. Além disso, PSP4 registra 91% de concordância entre os liderados, indicando uma confiança relativamente alta na segurança e privacidade percebidas, corroborando pesquisas anteriores (GAO; LI, 2021; TOUFAILY; ZALAN; DHAOU, 2021), que afirmam a importância destes aspectos para a decisão de adotar novas tecnologias, como o *blockchain*, em especial entre novos usuários. É importante observar que PSP1, PSP2 e PSP3 não geraram respostas de discordância total, sugerindo um nível geral de confiança em relação a esses aspectos da tecnologia, tanto entre líderes quanto entre liderados. Estudos anteriores (ESFAHBODI; PANG; PENG, 2022; PRASETYO ATMOKO *et al.*, 2021) têm apontado a confiança dos usuários no *blockchain* para solucionar aspectos de segurança e privacidade.

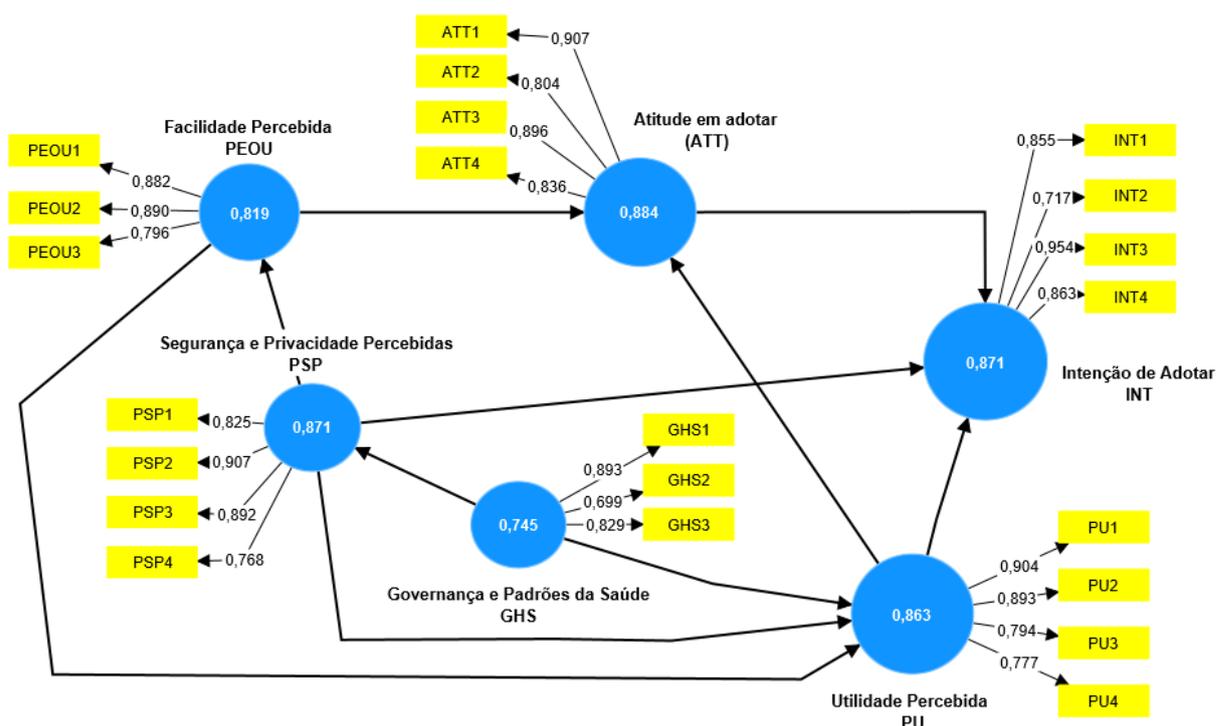
Essas análises oferecem uma perspectiva acerca das percepções distintas entre líderes e liderados em relação aos construtos da pesquisa. Ao examinar não apenas os níveis de concordância, mas também as variações nas respostas em diferentes itens, proporcionam uma compreensão mais completa das visões desses dois grupos. Em síntese, os resultados destacam a diversidade de percepções dos participantes sobre os itens de verificação avaliados, evidenciando uma ampla gama de opiniões e níveis de concordância em relação aos diversos aspectos da adoção da arquitetura *blockchain*. Essas descobertas sublinham a complexidade das

perspectivas dos usuários diante dessa tecnologia emergente, ressaltando a importância de considerar essas opiniões diversas ao elaborar estratégias de adoção e implementação.

No contexto específico do projeto Minha Saúde Digital, que desenvolveu e continua a aperfeiçoar uma arquitetura blockchain, essas percepções podem ser fundamentais para entender como a experiência prática impacta as atitudes em relação a essa tecnologia. Além disso, a evolução contínua do projeto fornece insights valiosos sobre como as preocupações e opiniões dos usuários se refletem no desenvolvimento e refinamento de soluções baseadas em blockchain na área da saúde.

#### **4.2 Validação do modelo estendido proposto**

A validação dos construtos incorporados no modelo proposto foi realizada por meio da condução de uma Análise de Componentes Confirmatória (CCA), utilizando o método Modelagem de Equações Estruturais com estimação por Mínimos Quadrados Parciais Modelagem – *Partial Least Squares Structural Equation Modeling* (PLS-SEM). Esse método é amplamente aceito na literatura e flexível o suficiente para se adaptar a diferentes contextos de pesquisa, conforme discutido por Hair *et al.* (2020). O modelo proposto após inserido no software *SmartPLS* 4.0, com as cargas fatoriais dos itens de verificação e os valores de Alfa de Cronbach dos construtos pode ser observado na Figura 8.

Figura 8 – Modelo proposto inserido no *SmartPLS 4.0*

Fonte: elaborado pelo autor

Durante a etapa de Análise Fatorial Confirmatória (CCA), observou-se que todos os itens de verificação apresentaram cargas fatoriais a partir de 0,699, em conformidade com as diretrizes propostas por Hair *et al.* (2014) e aplicadas por Kamble *et al.* (2021) e Sciarelli *et al.* (2022). As cargas fatoriais dos indicadores variaram de 0,699 a 0,954, evidenciando uma convergência eficaz dos itens com seus construtos correspondentes. Para uma análise mais detalhada das cargas fatoriais dos indicadores, consulte a Tabela 6.

Tabela 6 – Construtos, itens de verificação e cargas fatoriais

Construto	Itens de verificação	Carga Fatorial
<b>Facilidade de Uso Percebida (PEOU)</b>		
PEOU1	Minha equipe possui as habilidades necessárias para trabalhar efetivamente com a arquitetura <i>blockchain</i> .	0,882
PEOU2	A empresa está preparada para implantar uma arquitetura <i>blockchain</i>	0,89
PEOU3	A arquitetura <i>blockchain</i> se integra facilmente às outras tecnologias presentes da empresa	0,796
<b>Utilidade Percebida (PU)</b>		
PU1	A arquitetura <i>Blockchain</i> ajudará a melhorar a eficiência dos negócios	0,904

PU2	A arquitetura <i>Blockchain</i> ajudará a melhorar a produtividade dos negócios	0,893
PU3	A arquitetura <i>Blockchain</i> melhorará a qualidade das operações de negócios	0,794
PU4	A tecnologia <i>Blockchain</i> desenvolve competitividade organizacional	0,777
<b>Atitude em adotar a arquitetura <i>blockchain</i> (ATT)</b>		
ATT1	A adoção da arquitetura <i>Blockchain</i> é uma boa ideia.	0,907
ATT2	A adoção da arquitetura <i>blockchain</i> , em detrimento de outras tecnologias, é adequada	0,804
ATT3	Em um sentido geral, a arquitetura <i>blockchain</i> é estratégica para nossa empresa.	0,896
ATT4	A arquitetura <i>Blockchain</i> é mais rápida de se adotar em comparação com outras tecnologias	0,836
<b>Intenção em adotar a arquitetura <i>blockchain</i> (INT)</b>		
INT1	Considero importante a organização adotar essa arquitetura para compartilhar dados de registros pessoais de saúde	0,855
INT2	Eu usaria essa arquitetura para compartilhar dados de registros pessoais de saúde no meu dia a dia	0,717
INT3	Tenho a intenção de adotar essa arquitetura de compartilhamento de dados de saúde no futuro	0,954
INT4	Eu acredito que é crucial adotar essa arquitetura para compartilhar dados de registros pessoais de saúde	0,863
<b>Segurança e Privacidade Percebidas (PSP)</b>		
PSP1	O uso da arquitetura baseada em <i>blockchain</i> é tecnicamente seguro	0,825
PSP2	O uso da arquitetura baseada em <i>blockchain</i> é robusto em termos de aplicação	0,907
PSP3	Tenho confiança na arquitetura <i>blockchain</i> apresentada	0,892
PSP4	Acredito na confidencialidade dos dados proporcionada pela arquitetura	0,768
<b>Governança Regulatória e Padrões da Indústria da Saúde (GHS)</b>		
GHS1	É necessário construir uma arquitetura <i>blockchain</i> global e estabelecer padrões que garantam interoperabilidade entre diferentes tecnologias	0,893
GHS2	O suporte regulatório do governo é necessário para o desenvolvimento da arquitetura <i>blockchain</i>	0,699
GHS3	O desenvolvimento de modelos de negócios inovadores é necessário para se preparar para a arquitetura <i>blockchain</i>	0,829

Fonte: elaborado pelo autor

Outra validação realizada diz respeito aos múltiplos itens de verificação do modelo. Na Tabela 6, é possível observar que cada construto possui três ou mais itens de verificação para avaliação. Diante disso, pode-se afirmar que essa validação foi atendida, uma vez que Marôco (2014) argumenta que essa é uma condição essencial para a operacionalização adequada e para conferir confiabilidade à representação do construto no modelo de equações estruturais.

A curtose foi empregada como critério para avaliar a normalidade da distribuição, com um limite estabelecido entre -3 e 3 (BAI; NG, 2005; CURRAN; WEST; FINCH, 1996; KAMBLE et al., 2021; RYU, 2011). Valores positivos de curtose denotam a presença de um pico pronunciado na distribuição, enquanto valores negativos sugerem distribuições mais achatadas em comparação com a distribuição normal, conforme discutido por Joanes e Gill (1998). Como apresentado na Tabela 7, todos os valores obtidos se encontram dentro desse limite, indicando que a distribuição exibe assimetria em relação a um fator específico.

Além disso, a análise também incluiu o cálculo dos valores de assimetria, a fim de avaliar a normalidade da distribuição univariada. Os resultados dos valores de assimetria estão apresentados na Tabela 7. Os valores obtidos estão em conformidade com o intervalo aceitável, situando-se entre -2 e 2, conforme orientado por Curran *et al.* (1996) e Ryu (2011), e aplicado por Kamble *et al.* (2021). Isso sugere que esses valores são apropriados e indicam um alto grau de normalidade.

Tabela 7 – Normalidade do conjunto de dados

Construto	Item	Curtose	Assimetria
Facilidade de Uso Percebida	PEOU1	-1,312	0,248
	PEOU2	-1,204	0,14
	PEOU3	0,122	-0,467
Utilidade Percebida	PU1	1,933	-1,221
	PU2	1,612	-1,081
	PU3	1,897	-1,32
	PU4	-0,037	-0,33
Atitude em adotar a arquitetura <i>blockchain</i>	ATT1	0,105	-0,891
	ATT2	-0,348	-0,485
	ATT3	-1,239	-0,295
	ATT4	0,039	0,028
Intenção de adotar a arquitetura <i>blockchain</i>	INT1	3,042	-1,568

	INT2	-1,504	-0,486
	INT3	1,065	-1,124
	INT4	-0,087	-0,875
Segurança e Privacidade Percebidas	PSP1	-0,447	-0,829
	PSP2	0,758	-1,102
	PSP3	-0,428	-0,667
	PSP4	-0,518	-0,535
Governança Regulatória e Padrões da Indústria da Saúde	GHS1	0,105	-0,891
	GHS2	-1,676	-0,32
	GHS3	0,981	-0,783

Fonte: elaborado pelo autor

Após a análise da correlação entre os construtos e seus itens de verificação, procedeu-se a avaliação da consistência interna e da validade convergente dos indicadores presentes no modelo proposto. Para tanto, foram considerados os seguintes índices: Variância Média Extraída (MVE), Confiabilidade Composta (CR), Alfa de Cronbach e Correlação de Spearman (Rho A). Os valores encontrados dos índices podem ser observados na Tabela 8.

Tabela 8 – Validade Convergente e Consistência Interna

Construto	Alfa de Cronbach	Correlação de Spearman (Rho A)	Confiabilidade Composta (CR)	Variância Média Extraída AVE
PEOU – Facilidade de Uso Percebida	0,819	0,834	0,892	0,735
PU – Utilidade Percebida	0,863	0,868	0,908	0,712
ATT – Atitude para adotar	0,884	0,898	0,92	0,743
INT – Intenção de adotar	0,871	0,899	0,913	0,725
PSP – Segurança e Privacidade	0,871	0,891	0,912	0,722
GHS – Governança e Padrões da Saúde	0,721	0,729	0,877	0,781

Fonte: elaborado pelo autor

A Confiabilidade Composta, que quantifica a proporção da variância do construto explicada pelos seus itens, demonstrou resultados satisfatórios, com valores situados na faixa entre 0,851 e 0,928. Tais resultados indicam uma consistência interna adequada para os construtos sob análise. A Variância Média Extraída (MVE), que indica a proporção da variância dos itens que é explicada pelo construto,

apresentou valores oscilando entre 0,712 e 0,781 para todos os construtos. De acordo com as diretrizes de (HAIR *et al.*, 2019), esses resultados sugerem que os construtos do modelo proposto exibem validade convergente, uma vez que todos superam o limiar crítico de 0,50.

O Alfa de Cronbach, utilizado para avaliar a consistência interna dos itens que compõem cada construto, revelou valores satisfatórios em todos os construtos, variando de 0,721 a 0,884. Esses valores superam o limiar inferior de 0,700, indicando a adequação da consistência interna dos construtos, e estão abaixo do limite superior de 0,950, considerado inapropriado para as medidas, conforme preconizado pela literatura (HAIR *et al.*, 2019).

Por fim, a análise da Correlação de Spearman evidenciou uma robusta relação entre os itens pertencentes ao mesmo construto, com coeficientes variando entre 0,729 e 0,899 para todos os construtos. Esses resultados, em conformidade com as diretrizes de (HAIR *et al.*, 2019), são considerados adequados, reforçando a validade convergente dos construtos em questão. Em suma, os índices analisados respaldam a consistência interna e a validade convergente dos construtos delineados no modelo proposto, sustentando, assim, a solidez das medidas utilizadas na pesquisa (HAIR *et al.*, 2019).

A análise da validade discriminante também foi realizada para avaliar o grau de distinção entre os construtos de medição em um modelo conceitual. A validade discriminante foi verificada mediante a análise das cargas fatoriais, de acordo com a abordagem proposta por Fornell e Larcker (1981), e os resultados demonstraram significância nesse aspecto, como demonstrado na Tabela 9.

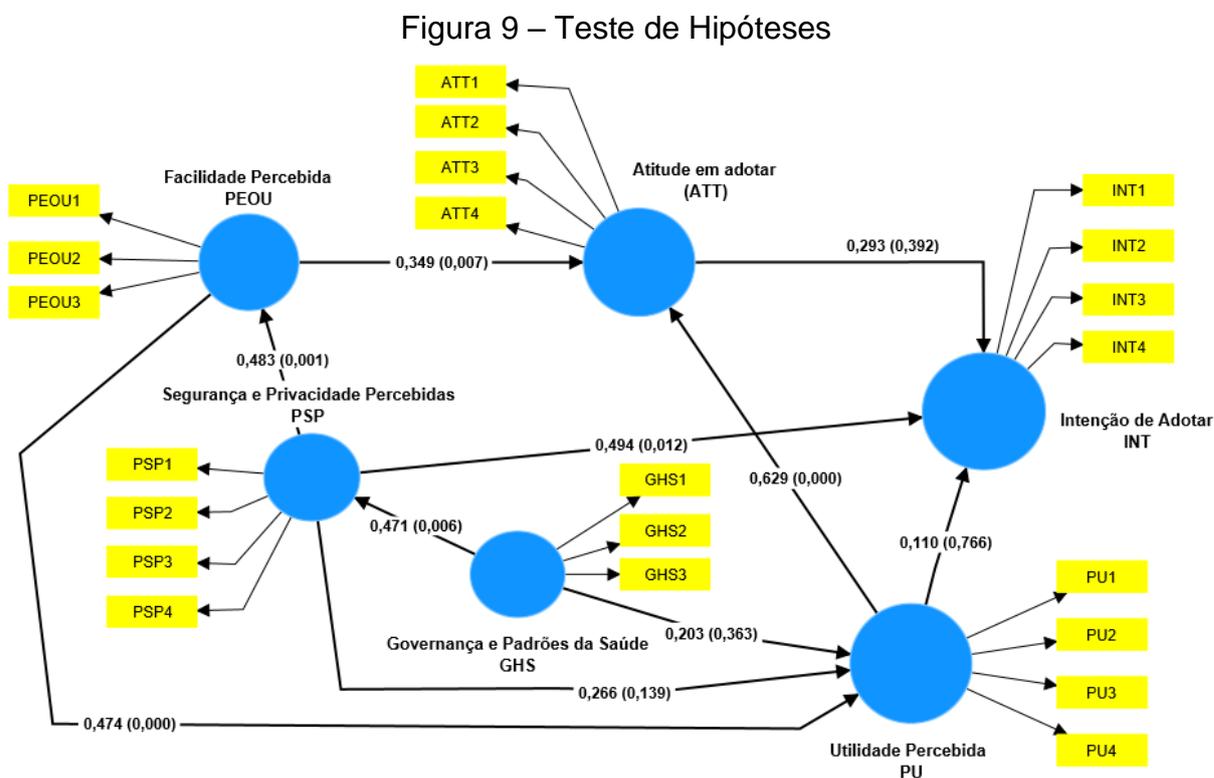
Tabela 9 – Validade Discriminante Fornell-Larcker

	1	2	3	4	5	6
1 – Facilidade de Uso Percebida (PEOU)	<b>0,857</b>					
2 – Utilidade Percebida (PU)	0,669	<b>0,844</b>				
3 – Atitude para adotar (ATT)	0,771	0,863	<b>0,862</b>			
4 – Intenção de adotar (INT)	0,571	0,655	0,651	<b>0,852</b>		
5 – Segurança e Privacidade (PSP)	0,484	0,590	0,531	0,716	<b>0,850</b>	
6 – Governança e Padrões da Saúde (GHS)	0,389	0,504	0,403	0,517	0,490	<b>0,884</b>

Fonte: elaborado pelo autor

### 4.3 Avaliação do modelo estrutural

Os testes de hipóteses foram conduzidos posteriormente por meio do *software SmartPLS 4.0*, utilizando a técnica de Modelagem de Equações Estruturais (PLS-SEM) com estimação por Mínimos Quadrados Parciais. Conforme sugerido por Ullah *et al.* (2021), o procedimento de *bootstrapping* foi empregado para lidar com a questão da normalidade dos dados em modelos estruturais. Nesse procedimento, foram utilizadas 20.000 subamostras para avaliar a significância das relações entre os construtos, tanto na presença quanto na ausência das variáveis de controle. As conclusões decorrentes da análise do modelo estrutural estão apresentadas na Figura 9.



Fonte: elaborado pelo autor

Com o intuito de atingir os resultados desejados, procedeu-se à investigação das possíveis influências das seguintes variáveis de controle nos construtos INT (Intenção de adotar a arquitetura *blockchain*) e ATT (Atitude em adotar a arquitetura *blockchain*): sexo, idade, escolaridade, liderança e tempo de empresa. A análise revelou que nenhuma dessas variáveis de controle apresentou significância

estatística, o que implica que não exerceram efeito mensurável sobre os construtos endógenos do modelo. Portanto, essas variáveis foram excluídas das análises subsequentes.

Dando continuidade à análise do modelo estrutural, procedeu-se à avaliação das relações entre os construtos, excluindo as variáveis de controle, como previsto no procedimento inicial. Foram observadas significâncias estatísticas nas relações entre PEOU (Facilidade de uso) e ATT (Atitude em adotar), PEOU e PU (Utilidade percebida), PU e ATT, PSP (Privacidade e Segurança Percebidas) e INT (Intenção de adotar), PSP e PEOU, bem como entre GHS (Governança Regulatória e Padrões da Saúde) e PSP. No entanto, as relações entre ATT e INT, GHS e PU, PSP e PU, e a relação entre PU e INT não obtiveram suporte estatístico no teste realizado sem a consideração das variáveis de controle. Os resultados detalhados podem ser encontrados na Tabela 10.

Tabela 10 – Resultado dos coeficientes de caminho

Hipótese	Amostr a original	Média da Amostra	Desvio Padrão	T-valor	p- valor	Conclusão
H1 – ATT -> INT	0,293	0,37	0,342	0,856	0,392	Rejeitada
H2 – PEOU -> ATT	0,349	0,354	0,128	2,719	0,007	<b>Promissora</b>
H3 – PEOU -> PU	0,474	0,469	0,109	4,366	0	<b>Promissora</b>
H4 – PU -> ATT	0,629	0,625	0,12	5,261	0	<b>Promissora</b>
H5 – PU -> INT	0,11	0,034	0,37	0,298	0,766	Rejeitada
H6 – GHS -> PSP	0,471	0,497	0,172	2,741	0,006	<b>Promissora</b>
H7 – GHS -> PU	0,203	0,261	0,223	0,909	0,363	Rejeitada
H8 – PSP -> INT	0,494	0,486	0,197	2,514	0,012	<b>Promissora</b>
H9 – PSP -> PU	0,266	0,237	0,18	1,479	0,139	Rejeitada
H10 – PSP -> PEOU	0,483	0,492	0,148	3,274	0,001	<b>Promissora</b>

Fonte: elaborado pelo autor

## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção, são apresentadas os resultados e discussões, bem como a apresentação do estudo, e constatações oriundas da comparação dos achados do estudo com a literatura precedente.

### 5.1 Apresentação do estudo

A pesquisa teve como objetivo examinar a relação entre os fatores facilidade de uso (PEOU), utilidade (PU), atitude (ATT), segurança e privacidade percebidas (PSP), e governança regulatória e padrões da indústria da saúde (GHS), quais têm relação com a aceitação da arquitetura *blockchain* em sistemas de informação de saúde. Para isso, foram investigadas dez hipóteses de relação de influência entre os construtos do modelo estendido do TAM proposto.

Os resultados foram obtidos através dos testes de hipóteses construídas para o estudo, no qual o tratamento estatístico dos dados ocorreu através do software *SmartPLS* Versão 4.0.

### 5.2 Discussão

A seguir, a discussão dos resultados das investigações das hipóteses definidas no modelo proposto, bem como sua correspondência com os achados na literatura, utilizando a análise PLS como uma aplicação piloto para o modelo TAM estendido proposto.

**Hipótese 1 (H1):** A atitude (ATT) influencia positivamente a Intenção de adotar a arquitetura *Blockchain* (INT)

A hipótese H1, que propôs que a atitude em adotar a arquitetura *blockchain* tem um impacto positivo na intenção de adoção da tecnologia *blockchain* em sistemas de informação em saúde, não foi corroborada pelos resultados estatísticos obtidos. Esses resultados divergem dos achados de estudos anteriores (ALTAMIMI *et al.*, 2022; KUMAR; UPRETI; MOHAN, 2022; KUMARI; DEVI, 2023), que identificaram a atitude como sendo um dos fatores preditores da intenção de adoção da tecnologia. Essa não confirmação da H1 destaca a complexidade do contexto da saúde e a necessidade

contínua de investigação para compreender completamente os determinantes da adoção da arquitetura *blockchain* nesse domínio específico.

**Hipótese 2 (H2)** – A facilidade de uso percebida (PEOU) influencia positivamente a atitude de adotar a arquitetura *Blockchain* (ATT).

A hipótese H2, que sugere a influência positiva da facilidade de uso percebida (PEOU) sobre a atitude de adotar a arquitetura (ATT), foi estatisticamente significativa e considerada promissora pelos resultados do estudo. Esses achados corroboram estudos anteriores (ALTAMIMI *et al.*, 2022; PALOS-SANCHEZ; SAURA; AYESTARAN, 2021). A influência positiva da facilidade de uso (PEOU) na atitude (ATT) reflete que a arquitetura *blockchain* não apresenta dificuldades significativas em compreensão e utilização, sugerindo que a quantidade de esforço necessária para sua adoção não ultrapassa os benefícios de um sistema habilitado com *blockchain*. A confirmação da H2 como hipótese promissora destaca a importância crucial da experiência do usuário na adoção da arquitetura *blockchain*, sobretudo ao considerar o modelo TAM como uma estrutura base para esta investigação piloto.

A facilidade de uso pode influenciar positivamente a atitude dos usuários, enfatizando a necessidade de simplificar a implementação de soluções baseadas em *blockchain*. Além de superar desafios percebidos, isso estimula uma atitude positiva, sendo crucial para impulsionar a aceitação e a integração eficaz da tecnologia em diversos contextos, como em sistemas de informação de saúde.

**Hipótese 3 (H3)** – A facilidade de uso percebida (PEOU) influencia positivamente a utilidade percebida da adoção da arquitetura *Blockchain* (PU).

A hipótese H3, que propôs uma influência positiva da facilidade de uso percebida sobre a utilidade percebida, encontrou suporte estatístico e foi considerada promissora pelos dados da pesquisa. Esse resultado confirma o que foi demonstrado em estudos anteriores (GAO; LI, 2021; LIU; YE, 2021; SHRESTHA; VASSILEVA, 2019; ULLAH *et al.*, 2021; WOO; YOO, 2023), alinhando-se com a estrutura teórica do TAM.

A influência da facilidade de uso na utilidade percebida foi inicialmente proposta e confirmada na primeira versão do TAM (DAVIS, 1989) e continuou a ser respaldada

em suas revisões e extensões subsequentes (DAVIS, 1993; VENKATESH; DAVIS, 2000). Este resultado destaca que a relação positiva entre a facilidade de uso percebida e a utilidade percebida é consistente ao longo do tempo, reforçando a compreensão de como esses dois fatores estão interligados, especialmente na adoção de tecnologias, como a arquitetura *blockchain* em sistemas de informação de saúde.

A confirmação dessa relação por estudos contemporâneos valida a importância contínua da facilidade de uso na percepção de utilidade, proporcionando uma base teórica sólida para análises futuras neste domínio, alinhada com perspectiva do modelo TAM.

**Hipótese 4 (H4)** – A utilidade percebida (PU) influencia positivamente a Atitude de adotar a arquitetura *Blockchain* (ATT).

A hipótese H4 examinou a influência positiva da utilidade percebida sobre a atitude de adotar a arquitetura *blockchain* em sistemas de informação de saúde. Os dados obtidos indicaram que a relação foi estatisticamente significativa e considerada promissora. Este achado está em consonância com os resultados encontrados na literatura (ALTAMIMI *et al.*, 2022; KUMAR; UPRETI; MOHAN, 2022; SAPUTRA; DARMA, 2022). Assim como na relação entre a facilidade de uso e a utilidade percebida, conforme demonstrado pela hipótese 3, a relação entre a utilidade percebida e a atitude faz parte do modelo tradicional do TAM, proposto por Davis (1989), e tem sido corroborada em outros estudos que utilizaram modelos de aceitação híbridos.

Um exemplo é o trabalho de Kamble, Gunasekaran e Arha (2019), que integraram construtos do TAM, TPB (*Theory of Planned Behavior*) e TRI (*Technology Readiness Index*). A confirmação da H4 como hipótese promissora reforça a aplicação do modelo TAM nesta análise piloto, indicando que a percepção de utilidade da arquitetura *blockchain* influencia positivamente a atitude dos usuários em sistemas de informação de saúde.

Ainda em relação às hipóteses H2, H3 E H4, que envolvem as relações entre PEOU, PU e ATT, a promissora influência da facilidade de uso (PEOU) na utilidade percebida (PU) provavelmente contribui para a atitude favorável dos profissionais em relação aos recentes avanços tecnológicos, como demonstrado em Kumar, Upreti e Mohan (2022). O que, ainda de acordo com os autores pode-se inferir que a utilidade

percebida atua como mediadora entre a PEOU e a ATT, corroborando a aplicação do modelo TAM estendido nesta pesquisa.

**Hipótese 5 (H5)** – A utilidade percebida (PU) influencia positivamente a Intenção de adotar a arquitetura *Blockchain* (INT).

A hipótese H5 foi rejeitada pelos dados, ou seja, não há evidência estatística da influência positiva da utilidade percebida sobre a intenção de adoção da tecnologia *blockchain* em sistemas de informação de saúde. Esses resultados corroboram os achados de Tao *et al.* (2020) e Ribeiro (2022), e vão de encontro com as descobertas de pesquisas precedentes (ALTAMIMI *et al.*, 2022; GAO; LI, 2021; LIU; YE, 2021; SHRESTHA; VASSILEVA, 2019; WOO; YOO, 2023).

Essa constatação destaca a importância de analisar criticamente os fatores que influenciam a intenção de adotar a tecnologia *blockchain* em contextos específicos, pois a relação entre a utilidade percebida e a intenção de adoção não foi confirmada neste estudo. A divergência em relação a estudos anteriores destaca a complexidade das percepções dos usuários sobre a utilidade da tecnologia *blockchain* em sistemas de informação de saúde. Isso sugere a necessidade de pesquisas mais aprofundadas nos fatores que influenciam a aceitação dessa tecnologia em cenários específicos de saúde.

**Hipótese 6 (H6)** – A governança regulatória e os padrões da indústria da saúde (GHS) influenciam positivamente a segurança e privacidade percebidas (PSP).

A H6 foi confirmada como promissora pelos resultados, demonstrando o impacto positivo direto da governança regulatória e os padrões da indústria da saúde (GHS) sobre a segurança e privacidade percebidas (PSP). Esta conclusão respalda teorias anteriores e concorda com descobertas de estudos que enfatizaram a importância da governança regulatória e dos padrões da indústria (KAMBLE *et al.*, 2021; LI *et al.*, 2021). Além disso, está alinhada com pesquisas que incorporam a percepção de segurança e privacidade como construto na adoção do *blockchain*, como indicado em trabalhos como Bali *et al.* (2022), Kumar, Upreti e Mohan (2022), e Sciarelli *et al.* (2022).

Embora esses estudos não tenham avaliado diretamente a relação entre PSP e GHS, os resultados deste estudo podem preencher essa lacuna, mostrando como

esses elementos impactam diretamente a percepção de segurança e privacidade na adoção de tecnologia em sistemas de informação em saúde. Ao considerar a análise PLS como uma aplicação piloto para o modelo TAM estendido proposto, essa confirmação da H6 reforça a viabilidade do modelo na exploração das dinâmicas de adoção da arquitetura *blockchain*, indicando a interconexão entre os elementos governança regulatória, padrões da indústria, segurança e privacidade percebidas.

**Hipótese 7 (H7)** – A governança regulatória e os padrões da indústria da saúde (GHS) influenciam positivamente a utilidade percebida para adotar a arquitetura *Blockchain* (PU).

Aspectos legais e regulamentares, bem como governança e conformidade são cruciais para a adoção do *blockchain* (SUNMOLA; BURGESS; TAN, 2021). A governança regulatória, representada pelas leis, é essencial para garantir o desenvolvimento saudável do *blockchain* e prevenir potenciais abusos ou colapsos. Um número considerável de países admitiu a necessidade de regulamentações adequadas para o *blockchain*, para garantir segurança e estabilidade na aplicação do *blockchain* (LI *et al.*, 2021; YAFIMAVA, 2019; YANG, 2019). Padrões internacionais do setor também promovem comunicações efetivas e facilitam a implementação do *blockchain* (HUGHES *et al.*, 2019).

Apesar disso, a hipótese H7, que examinou a influência positiva da governança regulatória e padrões da indústria da saúde sobre a utilidade percebida não obteve significância estatística e foi rejeitada. O resultado não confirma GHS como preditor de PU e vai de encontro ao que foi encontrado por Li *et al.* (2021). No contexto da análise PLS como aplicação piloto para o modelo TAM, esse resultado sugere uma complexidade na interação entre governança regulatória, padrões da indústria e utilidade percebida, destacando a necessidade de investigações mais aprofundadas para compreender essa relação dentro do contexto específico de sistemas de informação em saúde.

**Hipótese 8 (H8)** – Segurança e privacidade percebidas (PSP) influenciam positivamente a intenção de adotar a arquitetura *Blockchain* (INT).

A hipótese H8 sobre o construto PSP (Segurança e Privacidade percebidas) obteve significância estatística e foi considerada promissora pelos resultados,

confirmando que “a segurança e privacidade percebidas influenciam positivamente a intenção de adotar a arquitetura *Blockchain*”. Essa constatação é consistente com os achados de estudos anteriores (LAI, 2017; UNDALE; PATIL, 2022; WONG *et al.*, 2022), que também indicaram uma relação positiva entre segurança e privacidade percebidas e intenção de adoção.

A segurança e a privacidade são preocupações fundamentais em sistemas de informação de saúde, especialmente considerando a sensibilidade dos dados envolvidos. O *blockchain*, com suas características de imutabilidade e criptografia, promete abordar essas preocupações, fornecendo um ambiente seguro e privado para o armazenamento e transmissão de dados. A confirmação da H8, como hipótese promissora, ressalta a importância desses elementos na aceitação da tecnologia *blockchain* em sistemas de informação de saúde e fortalece a validade do modelo TAM proposto como uma estrutura analítica para investigações neste domínio específico.

**Hipótese 9 (H9)** – Segurança e privacidade percebidas (PSP) influenciam positivamente a utilidade percebida para adotar a arquitetura *Blockchain* (PU).

Os resultados encontrados demonstram que a nona hipótese (H9), que propôs a influência positiva da segurança e privacidade percebidas sobre a utilidade percebida, não obteve significância estatística e foi rejeitada, confirmando resultados anteriores da literatura (ESFAHBODI; PANG; PENG, 2022; KAMBLE *et al.*, 2021; LIAN *et al.*, 2020; POUR; SHERKAT; ASARIAN, 2022). Contudo essa constatação vai de encontro com os resultados de outros estudos da literatura como Palos-Sanchez, Saura e Ayestaran (2021) e Sciarelli *et al.* (2022), que confirmaram a atuação da segurança e privacidade como preditores da utilidade percebida.

A ausência de suporte estatístico para a H9 sugere que outros fatores podem ter maior influência na formação da atitude em relação à adoção da arquitetura *blockchain* em sistemas de informação de saúde. A complexidade das interações entre governança regulatória, padrões da indústria e atitude dos usuários destaca a necessidade de investigações adicionais para elucidar essa dinâmica e entender melhor os determinantes da aceitação da tecnologia *blockchain* neste contexto específico.

**Hipótese 10 (H10)** – Segurança e privacidade percebidas (PSP) influenciam positivamente a facilidade de uso percebida (PEOU)

A décima hipótese da pesquisa, que investigou a influência positiva da segurança e privacidade percebidas na facilidade de uso foi considerada promissora pelos dados do estudo. Esta conclusão está alinhada com os achados de estudos anteriores corroborando o encontrado em estudos anteriores (ALA'A; RAMAYAH, 2023; ASADI *et al.*, 2017; KUMAR; UPRETI; MOHAN, 2022).

Um aumento na segurança do sistema e na privacidade dos dados contribui para a melhoria da percepção de facilidade de uso em um sistema de informação. Isso confirma o resultado de trabalhos anteriores de Lai (2017) e Kumar, Upreti e Mohan (2022), que afirmam que um ambiente propício para a facilidade de uso é vital para as organizações que planejam implementar um sistema de informação e pode usá-lo como mediador para aumentar a intenção dos colaboradores de adotá-lo. Esse fato comprovado pode promover uma visão positiva do uso do *blockchain* em sistemas de informação de saúde, especialmente por organizações hospitalares.

### 5.3 Síntese dos resultados

Esta pesquisa investigou os fatores relacionados à aceitação da arquitetura *blockchain* em sistemas de informação de saúde. Surpreendentemente, a atitude (ATT) não demonstrou influência direta na intenção de adoção (INT), indicando a complexidade única do ambiente de saúde e variações nas percepções dos profissionais em relação à tecnologia *blockchain*. A influência positiva da facilidade de uso percebida (PEOU) sobre a atitude (ATT), assim como sobre a utilidade percebida (PU) aparecem como hipóteses promissoras. Simplificar a implementação da tecnologia *blockchain* é fundamental para encorajar a sua adoção em sistemas de informação de saúde.

A influência positiva da governança regulatória e padrões da indústria da saúde (GHS) na segurança e privacidade percebidas (PSP) foi considerada promissora, e destaca a importância de uma estrutura regulatória e padronização sólida nos aspectos de segurança e privacidade na adoção da arquitetura *blockchain*. A privacidade e a segurança podem se tornar preditores importantes da intenção de adoção (INT) e da utilidade percebida (PU). Esses resultados mostram que fortalecer

a segurança e a privacidade percebidas ao implementar soluções baseadas em *blockchain* em sistemas de informações de saúde é uma necessidade estratégica.

Além disso, a validação dos resultados desta pesquisa como uma aplicação piloto para o modelo TAM estendido proposto ressalta a utilidade e relevância desse *framework* analítico no contexto da adoção de tecnologia em sistemas de informação de saúde. Embora seja um campo complexo, o modelo TAM oferece *insights* valiosos sobre as interações entre os construtos psicológicos e contextuais que influenciam a adoção de tecnologia. Isso destaca a importância de continuar a explorar e desenvolver modelos teóricos que possam fornecer orientação para pesquisas e práticas na área da saúde digital.

Em resumo, esta pesquisa oferece uma compreensão mais profunda dos fatores que impactam a aceitação da arquitetura *blockchain* em ambientes de saúde, e reforça a importância de considerar cuidadosamente a complexidade do contexto de saúde ao explorar as dinâmicas de adoção de tecnologias emergentes como o *blockchain*. Esses resultados também validam a aplicação do modelo TAM como uma estrutura analítica promissora para investigações neste domínio específico, embora a complexidade das interações entre os diferentes construtos destaque a necessidade de pesquisas adicionais para elucidar completamente essas dinâmicas e promover uma adoção mais ampla e eficaz da tecnologia *blockchain* em sistemas de informação de saúde.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo propôs e aplicou um modelo estendido do TAM (Modelo de Aceitação de Tecnologia), acrescentando dois novos construtos e mantendo os quatro principais construtos do modelo original (DAVIS, 1989), para avaliar os fatores que influenciam a intenção de adoção de uma arquitetura *blockchain* em sistemas de informação de saúde em organizações hospitalares. Utilizando os construtos comumente encontrados na literatura, o objetivo foi verificar a influência (direta ou indireta) dos construtos PSP (Segurança e privacidade percebidas) e GHS (Governança regulatória e padrões da indústria da saúde), assim como dos construtos originais do TAM, na adoção da arquitetura *blockchain* em sistemas de informação de saúde.

Após a análise dos resultados, constatou-se que a intenção de adoção não é influenciada pela atitude, divergindo de resultados da literatura. Os dados indicam que é promissora a influência positiva da facilidade de uso na utilidade percebida, mantendo a tendência no que diz respeito à sua relação com a atitude. A hipótese de influência positiva da utilidade percebida na atitude também foi considerada promissora. No entanto, em relação à associação causal entre a utilidade percebida e a intenção de adoção, não foi encontrado suporte estatístico, indicando a falta de validação para a afirmação de que a utilidade percebida possui uma relação positiva com a adoção da tecnologia *blockchain* em sistemas de informação de saúde.

Os resultados confirmaram que é promissora a hipótese de que a governança regulatória e padrões da indústria da saúde (GHS) impactam positivamente a percepção de segurança e privacidade (PSP) na adoção de tecnologia *blockchain* em sistemas de informação em saúde. Essa descoberta pode preencher uma lacuna na literatura, que carecia de pesquisas sobre a predição de GHS em segurança e privacidade. No entanto, a influência positiva de GHS sobre a utilidade percebida não foi estatisticamente significativa, evidenciando a complexidade dessas relações na adoção do *blockchain* em saúde.

Ao mesmo tempo, observou-se como promissora uma relação positiva entre a segurança e privacidade percebidas e a intenção de adoção da tecnologia *blockchain* em sistemas de informação de saúde. Também, em relação à percepção de segurança e privacidade, constatou-se como promissora uma influência positiva sobre

a facilidade de uso percebida. Por outro lado, a utilidade percebida não sofre influência positiva da segurança e privacidade percebidas.

## 6.1 Contribuições teóricas

Este estudo se destacou ao oferecer evidências empíricas sobre os fatores que influenciam a intenção de adoção da tecnologia *blockchain* em sistemas de informação de saúde, contribuindo teoricamente para fundamentar pesquisas adicionais nesse contexto. Nesse sentido, pesquisas futuras têm o potencial de aprofundar a análise de outros fatores que exercem influência na intenção de adoção da tecnologia em sistemas de informação de saúde. Outra contribuição foi a extensão do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM), com a inclusão de dois novos construtos: PSP (Segurança e Privacidade percebidas) e GHS (Governança Regulatória e Padrões da indústria da saúde).

Esta pesquisa trouxe contribuições tanto suportando quanto negando o resultado de estudos anteriores. Em relação aos construtos originais do TAM, os resultados corroboram pesquisas anteriores sobre utilidade percebida (PU) como preditor de atitude (ATT) (ALTAMIMI *et al.*, 2022; SAPUTRA; DARMA, 2022; SCIARELLI *et al.*, 2022). Ao mesmo tempo, conforme demonstrado pela literatura anterior, foi encontrado um efeito significativo promissor da facilidade de uso (PEOU) tanto na utilidade percebida (GAO; LI, 2021; LIU; YE, 2021; WOO; YOO, 2023) quanto na atitude (ALTAMIMI *et al.*, 2022; PALOS-SANCHEZ; SAURA; AYESTARAN, 2021). Por fim, foi observado que a intenção de adotar (INT) não sofre influência significativa dos construtos ATT e PU, discordando dos resultados de pesquisas anteriores (KABIR; ISLAM, 2021; KUMARI; DEVI, 2023; PALOS-SANCHEZ; SAURA; AYESTARAN, 2021; SCIARELLI *et al.*, 2022).

Outro destaque foi a confirmação, como promissora, da hipótese da governança regulatória e padrões da indústria da saúde (GHS) como forte influenciador da privacidade e segurança percebidas. Essa descoberta pode preencher uma lacuna na literatura, que carecia de pesquisas sobre a predição de GHS em segurança e privacidade.

Em relação aos construtos adicionais, PSP e GHS, os resultados confirmam como promissora a atuação de GHS como preditor de PSP, o que preenche uma

lacuna na literatura, que carecia de pesquisas sobre a influência de GHS em segurança e privacidade. Contudo GHS não influencia positivamente a utilidade percebida, discordando do achado de Li *et al* (2021). Corroborando resultados anteriores (LAI, 2017; UNDALE; PATIL, 2022; WONG *et al.*, 2022), os dados confirmam a influência positiva de PSP sobre INT como promissora. Assim como encontrado na literatura (ESFAHBODI; PANG; PENG, 2022; KAMBLE *et al.*, 2021; POUR; SHERKAT; ASARIAN, 2022), constatamos a influência insignificante de PSP sobre PU. Os resultados também confirmam a influência positiva promissora de PSP sobre PEOU, corroborando resultados anteriores (ALA'A; RAMAYAH, 2023; KUMAR; UPRETI; MOHAN, 2022).

Outra contribuição deste estudo é a introdução da “segurança e privacidade percebidas” como um construto que afeta a intenção de adoção do usuário. Os resultados desse estudo empírico mostram que a segurança e privacidade possuem um efeito importante sobre a disposição dos profissionais em adotar a arquitetura *blockchain*.

## 6.2 Contribuições práticas

Este estudo oferece contribuições práticas para profissionais e gestores implementarem arquiteturas *blockchain* em sistemas de informação de saúde. Destacando atitude, facilidade de uso, e segurança e privacidade percebidas, os resultados sugerem que simplificar a utilização da arquitetura *blockchain* pode impactar positivamente a atitude dos usuários, promovendo uma adoção mais eficaz.

A constatação do impacto positivo, que se mostrou promissor, da segurança e privacidade na facilidade de uso e na intenção de adoção, reforça a importância desses aspectos na decisão dos gestores, e destaca a necessidade de estratégias que fortaleçam esses aspectos na implantação de soluções baseadas em *blockchain*.

A constatação, como promissora, da influência da governança regulatória e padrões da indústria da saúde na percepção de segurança e privacidade oferece uma base estratégica. Profissionais e gestores podem direcionar esforços para alinhar práticas e padrões aos requisitos regulatórios, fortalecendo a confiança dos usuários na segurança e privacidade da tecnologia.

A constatação de divergências em relação a estudos anteriores ressalta a complexidade das percepções dos usuários sobre a utilidade da tecnologia *blockchain*

em sistemas de informação de saúde. Isso destaca a importância de análises mais detalhadas e adaptadas a contextos específicos ao planejar a adoção do *blockchain*.

Essas orientações têm implicações diretas nas decisões operacionais do Projeto Minha Saúde Digital (MSD), proporcionando uma base sólida para a integração bem-sucedida da arquitetura *blockchain* desenvolvida no projeto. Destacam-se entre essas orientações, aquelas relacionadas à simplificação da utilização da arquitetura e às questões de segurança, privacidade, padrões da indústria e governança.

Em suma, as contribuições práticas deste estudo não apenas orientam a implementação da arquitetura *blockchain*, mas também fornecem insights valiosos para a tomada de decisões informadas, visando otimizar a aceitação e o sucesso dessa tecnologia inovadora em ambientes de saúde.

### **6.3 Limitações do estudo e trabalhos futuros**

Embora as descobertas deste estudo possam fornecer insights para o desenvolvimento da teoria e da aplicação da arquitetura *blockchain*, ele também possui diversas limitações a serem abordadas em pesquisas futuras. Inicialmente, a intenção de adotar o *blockchain* e seu grau de utilidade percebida podem ser mensurados por meio de várias características técnicas do sistema. Contudo, ao buscar explicar a adoção da arquitetura *blockchain*, nosso modelo considera um número limitado de construtos associados às características técnicas do *blockchain*. Portanto, pesquisas futuras podem aprimorar nosso modelo ao incorporar construtos suplementares, tais como complexidade, confiança, custo e eficiência, com o intuito de proporcionar uma compreensão mais abrangente dos fatores que influenciam a adoção da arquitetura *blockchain*.

Esta pesquisa, segundo se tem conhecimento, é a primeira a estudar os fatores que influenciam a intenção de adoção de uma arquitetura *blockchain* no em sistemas de informação de saúde em organizações hospitalares do Brasil. A pesquisa envolveu um conjunto de organizações hospitalares do estado do Rio Grande do Sul. Após a validação dos dados, observou-se que o número de respondentes válidos ficou aquém do esperado. Ressalta-se a importância de reconhecer a limitação da amostra e o escopo restrito deste estudo, e sugere-se que pesquisas futuras se expandam para incluir outros estados da federação brasileira. Além disso, é relevante mencionar que

este estudo se concentrou nas perspectivas dos profissionais de tecnologia da informação em relação às questões de *blockchain* em sistemas de informação de saúde. Não foram exploradas as visões de outros *stakeholders*, como profissionais da área da saúde e da governança.

Recomenda-se a utilização de entrevistas semiestruturadas em futuras pesquisas sobre a adoção da arquitetura *blockchain* em sistemas de informação de saúde. Essa abordagem flexível permite uma exploração aprofundada do conhecimento, experiências e perspectivas dos profissionais, proporcionando uma compreensão mais rica e contextualizada dos fatores que influenciam a decisão de adotar essa tecnologia inovadora. A aplicação de entrevistas semiestruturadas permitirá capturar insights detalhados sobre o nível de conhecimento e experiência dos participantes, enriquecendo as análises e conclusões do estudo.

## REFERÊNCIAS

- ABDELLATIF, A. A. et al. SsHealth: Toward secure, blockchain-enabled healthcare systems. **IEEE Network**, v. 34, n. 4, p. 312–319, 2020.
- ABOU-NASSAR, E. M. et al. DITrust Chain: Towards Blockchain-Based Trust Models for Sustainable Healthcare IoT Systems. **IEEE Access**, v. 8, p. 111223–111238, 2020.
- AGHDAM, Z. N.; RAHMANI, A. M.; HOSSEINZADEH, M. The Role of the Internet of Things in Healthcare: Future Trends and Challenges. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v. 199, p. 105903, 2021.
- AGOSTINHO, B. et al. **Unificação de Dados de Saúde Através do Uso de Blockchain e Smart Contracts**. Anais da XV Escola Regional de Banco de Dados (ERBD 2019). **Anais...Sociedade Brasileira de Computação - SBC**, 10 abr. 2019. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/erbd/article/view/8476>>
- AKKAOUI, R.; HEI, X.; CHENG, W. EdgeMediChain: A Hybrid Edge Blockchain-Based Framework for Health Data Exchange. **IEEE Access**, v. 8, p. 113467–113486, 2020.
- ALA'A, A. M.; RAMAYAH, T. Predicting the Behavioural Intention of Jordanian Healthcare Professionals to Use Blockchain-Based EHR Systems: An Empirical Study. **Journal of System and Management Sciences**, v. 13, n. 4, p. 107–139, 2 ago. 2023.
- ALBAHLI, S.; KHAN, R. U.; QAMAR, A. M. A blockchain-based architecture for smart healthcare system: A case study of Saudi Arabia. **Advances in Science, Technology and Engineering Systems**, v. 5, n. 1, p. 40–47, 2020.
- ALTAMIMI, A. et al. Blockchain technology adoption for sustainable learning. **International Journal of Data and Network Science**, v. 6, n. 3, p. 983–994, 2022.
- ALTHOBAITI, M. M. Blockchain adoption opportunities in healthcare sector. **International Journal of Engineering Trends and Technology**, v. 68, n. 10, p. 117–120, 2020.
- ALVES, C. J. R. et al. Blockchain em Saúde : uma análise de pesquisas na base Scopus Blockchain in Health : an analysis of research in the Scopus database. **Journal of Health Informatics**, v. 14, n. 2, p. 110–116, 2022.
- ANTUNES, R. S. et al. Federated Learning for Healthcare: Systematic Review and Architecture Proposal. **ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology**, v. 13, n. 4, 2022.
- ASADI, S. et al. Customers perspectives on adoption of cloud computing in banking sector. **Information Technology and Management**, v. 18, n. 4, p. 305–330, 19 dez. 2017.
- BAEK, S. et al. The most downloaded and most cited articles in radiology journals: a comparative bibliometric analysis. **European Radiology**, v. 28, n. 11, p. 4832–4838,

7 nov. 2018.

BAI, J.; NG, S. Tests for Skewness, Kurtosis, and Normality for Time Series Data. **Journal of Business & Economic Statistics**, v. 23, n. 1, p. 49–60, jan. 2005.

BAIRD, A.; NORTH, F.; RAGHU, T. S. **Personal Health Records (PHR) and the future of the physician-patient relationship**. Proceedings of the 2011 iConference. **Anais...**New York, NY, USA: ACM, 8 fev. 2011. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/1940761.1940800>>

BALASUBRAMANIAN, S. et al. A readiness assessment framework for Blockchain adoption: A healthcare case study. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 165, n. July 2020, p. 120536, 2021.

BALI, S. et al. Analysis of critical success factors for blockchain technology implementation in healthcare sector. **Benchmarking**, v. 30, n. 4, p. 1367–1399, 2022.

BHUIYAN, M. N. et al. Internet of Things (IoT): A Review of Its Enabling Technologies in Healthcare Applications, Standards Protocols, Security, and Market Opportunities. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 8, n. 13, p. 10474–10498, 1 jul. 2021.

BISHT, S. et al. Smart healthcare using blockchain technologies: The importance, applications, and challenges. In: **Blockchain Applications for Healthcare Informatics**. [s.l.] Elsevier, 2022. p. 163–180.

CELESTI, A. et al. Blockchain-based healthcare workflow for tele-medical laboratory in federated hospital IoT clouds. **Sensors (Switzerland)**, v. 20, n. 9, 2020.

CERNIAN, A. et al. Patientdatachain: A blockchain-based approach to integrate personal health records. **Sensors (Switzerland)**, v. 20, n. 22, p. 1–24, 2020.

CHUKWU, E.; GARG, L. A systematic review of blockchain in healthcare: Frameworks, prototypes, and implementations. **IEEE Access**, v. 8, p. 21196–21214, 2020.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. **Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação**. [s.l.] Bookman, 2005.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CURRAN, P. J.; WEST, S. G.; FINCH, J. F. The robustness of test statistics to nonnormality and specification error in confirmatory factor analysis. **Psychological Methods**, v. 1, n. 1, p. 16–29, mar. 1996.

DA CONCEIÇÃO, A. F.; ROCHA, V. M.; DE PAULA, R. F. Blockchain e Aplicações em Saúde. **Sociedade Brasileira de Computação**, 2019.

DA COSTA, C. A. et al. Internet of Health Things: Toward intelligent vital signs monitoring in hospital wards. **Artificial Intelligence in Medicine**, v. 89, n. March 2017, p. 61–69, 2018.

DAVIS, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. **MIS Quarterly: Management Information Systems**, v. 13, n. 3, p. 319–339, set. 1989.

DAVIS, F. D. User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. **International Journal of Man-Machine Studies**, v. 38, n. 3, p. 475–487, mar. 1993.

DHAGARRA, D. et al. **Big Data and blockchain supported conceptual model for enhanced healthcare coverage: The Indian context. Business Process Management Journal**, 2019.

DIEHL, A. A.; TATIM, D. C. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

DINH, T. T. A. et al. Untangling Blockchain: A Data Processing View of Blockchain Systems. **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**, v. 30, n. 7, p. 1366–1385, 2018.

DONG, C. et al. Operations strategy for supply chain finance with asset-backed securitization: Centralization and blockchain adoption. **International Journal of Production Economics**, v. 241, p. 108261, nov. 2021.

DONG, X. N.; LIN, Z. K.; DONG, Z. S. The Research on the Electronic Supervision of Drug Distribution System Control. **Advanced Materials Research**, v. 468–471, p. 1189–1194, fev. 2012.

ESFAHBODI, A.; PANG, G.; PENG, L. Determinants of consumers' adoption intention for blockchain technology in E-commerce. **Journal of Digital Economy**, v. 1, n. 2, p. 89–101, set. 2022.

FARAHANI, B. et al. Towards fog-driven IoT eHealth: Promises and challenges of IoT in medicine and healthcare. **Future Generation Computer Systems**, v. 78, p. 659–676, jan. 2018.

FATOUM, H. et al. Blockchain Integration With Digital Technology and the Future of Health Care Ecosystems: Systematic Review. **Journal of Medical Internet Research**, v. 23, n. 11, p. e19846, 2021.

FORNELL, C.; LARCKER, D. F. Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. **Journal of Marketing Research**, v. 18, n. 1, p. 39–50, 28 fev. 1981.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: CONCEITUAÇÃO, PRODUÇÃO E PUBLICAÇÃO. **Logeion: Filosofia da Informação**, v. 6, n. 1, p. 57–73, 15 set. 2019.

GAO, S.; LI, Y. An empirical study on the adoption of blockchain-based games from users' perspectives. **The Electronic Library**, v. 39, n. 4, p. 596–614, 4 nov. 2021. GIL,

A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6: Atlas, 2017.

GRINYAEV, S. N. et al. Problems and methods of creation of ultra-large information systems (As exemplified by the data of the federal service for state registration, cadastre and cartography). **Asia Life Sciences**, n. 1, p. 249–260, 2019.

HAIR, J. . et al. **Multivariate Data Analysis: A Global Perspective**. 7th. ed. Upper Saddle River: Pearson Education, 2014.

HAIR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados - 6ed.** [s.l.] Bookman, 2009.

HAIR, J. F. et al. When to use and how to report the results of PLS-SEM. **European Business Review**, v. 31, n. 1, p. 2–24, 14 jan. 2019.

HAIR, J. F.; HOWARD, M. C.; NITZL, C. Assessing measurement model quality in PLS-SEM using confirmatory composite analysis. **Journal of Business Research**, v. 109, p. 101–110, mar. 2020.

HAMLEDARI, H.; FISCHER, M. The application of blockchain-based crypto assets for integrating the physical and financial supply chains in the construction & engineering industry. **Automation in Construction**, v. 127, p. 103711, jul. 2021.

HUGHES, L. et al. Blockchain research, practice and policy: Applications, benefits, limitations, emerging research themes and research agenda. **International Journal of Information Management**, v. 49, p. 114–129, dez. 2019.

ISLAM, A.; YOUNG SHIN, S. **A blockchain-based secure healthcare scheme with the assistance of unmanned aerial vehicle in Internet of Things**. **Computers and Electrical Engineering**, 2020.

JAMIL, F. et al. Towards a remote monitoring of patient vital signs based on iot-based blockchain integrity management platforms in smart hospitals. **Sensors (Switzerland)**, v. 20, n. 8, 2020.

JAN, M. A. et al. Security and blockchain convergence with Internet of Multimedia Things: Current trends, research challenges and future directions. **Journal of Network and Computer Applications**, v. 175, 2021.

JANSSEN, M. et al. A framework for analysing blockchain technology adoption: Integrating institutional, market and technical factors. **International Journal of Information Management**, v. 50, p. 302–309, fev. 2020.

JIN, X. L. et al. Application of blockchain platform to manage and secure personal genomic data: A case study of lifecode.AI in China. **Journal of Medical Internet Research**, v. 21, n. 9, p. e13587, 10 set. 2019.

JOANES, D. N.; GILL, C. A. Comparing measures of sample skewness and kurtosis. **Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician)**, v. 47, n. 1, p. 183–189, mar. 1998.

JUNAID, S. B. et al. Recent Advancements in Emerging Technologies for Healthcare Management Systems: A Survey. **Healthcare**, v. 10, n. 10, p. 1940, 3 out. 2022.

KABIR, M. R.; ISLAM, M. A. **Behavioural intention to adopt blockchain technology in Bangladeshi banking companies.** 2021. Disponível em: <<http://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/5.0051654>>

KAMBLE, S.; GUNASEKARAN, A.; ARHA, H. Understanding the Blockchain technology adoption in supply chains-Indian context. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 7, p. 2009–2033, 3 abr. 2019.

KAMBLE, S. S. et al. A machine learning based approach for predicting blockchain adoption in supply Chain. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 163, p. 120465, fev. 2021.

KHATOON, A. A blockchain-based smart contract system for healthcare management. **Electronics (Switzerland)**, v. 9, n. 1, 2020.

KIBERU, V. M.; MARS, M.; SCOTT, R. E. Development of an evidence-based e-health readiness assessment framework for Uganda. **Health Information Management Journal**, v. 50, n. 3, p. 140–148, 22 set. 2021.

KONASHEVYCH, O. Constraints and benefits of the blockchain use for real estate and property rights. **Journal of Property, Planning and Environmental Law**, v. 12, n. 2, p. 109–127, 6 jun. 2020.

KUBERKAR, S.; SINGHAL, T. K. Factors Influencing the Adoption Intention of Blockchain and Internet-of-Things Technologies for Sustainable Blood Bank Management. **International Journal of Healthcare Information Systems and Informatics**, v. 16, n. 4, p. 1–21, 10 set. 2021.

KUMAR, N.; UPRETI, K.; MOHAN, D. Blockchain Adoption for Provenance and Traceability in the Retail Food Supply Chain: A Consumer Perspective. **International Journal of e-Business Research**, v. 18, n. 2, p. 1–17, 14 jan. 2022.

KUMARI, A.; DEVI, N. C. Blockchain technology acceptance by investment professionals: a decomposed TPB model. **Journal of Financial Reporting and Accounting**, v. 21, n. 1, p. 45–59, 21 mar. 2023.

KUMARI, K.; SAINI, K. Data handling & drug traceability: Blockchain meets healthcare to combat counterfeit drugs. **International Journal of Scientific and Technology Research**, v. 9, n. 3, p. 728–731, 2020.

LAI, P. C. Security as an Extension to TAM Model: Consumers' Intention to Use a Single Platform E-Payment. **Asia-Pacific Journal of Management Research and Innovation**, v. 13, n. 3–4, p. 110–119, 24 set. 2017.

LI, S.; XU, L. DA; ZHAO, S. The internet of things: a survey. **Information Systems Frontiers**, v. 17, n. 2, p. 243–259, 26 abr. 2015.

- LI, X. et al. Determinants of blockchain adoption in the aviation industry: Empirical evidence from Korea. **Journal of Air Transport Management**, v. 97, p. 102139, out. 2021.
- LIAN, J.-W. et al. Understanding user acceptance of blockchain-based smart locker. **The Electronic Library**, v. 38, n. 2, p. 353–366, 13 maio 2020.
- LIU, N.; YE, Z. Empirical research on the blockchain adoption – based on TAM. **Applied Economics**, v. 53, n. 37, p. 4263–4275, 9 ago. 2021.
- LO, Y.-S. et al. Blockchain-Enabled iWellChain Framework Integration With the National Medical Referral System: Development and Usability Study. **Journal of medical Internet research**, v. 21, n. 12, p. e13563, 4 dez. 2019.
- MACKEY, T. et al. Examining the potential of blockchain technology to meet the needs of 21st-century Japanese health care: Viewpoint on use cases and policy. **Journal of Medical Internet Research**, v. 22, n. 1, 2020.
- MAMDOUH, M. et al. Authentication and Identity Management of IoHT Devices: Achievements, Challenges, and Future Directions. **Computers and Security**, v. 111, p. 102491, 2021.
- MARGHERI, A. et al. Decentralised provenance for healthcare data. **International Journal of Medical Informatics**, v. 141, 2020.
- MARÔCO, J. **Análise de equações estruturais: fundamentos teóricos, software & aplicações**. 2. ed. [s.l.] ReportNumber, 2014.
- MATTAR, F. N.; OLIVEIRA, B.; MOTTA, S. **Pesquisa de Marketing: Metodologia, Planejamento, Execução e Análise**. [s.l.] Elsevier Brasil, 2014.
- MAYER, A. H. et al. **FogChain: A Fog Computing Architecture Integrating Blockchain and Internet of Things for Personal Health Records**. **IEEE Access**, 2021.
- MAYER, A. H.; DA COSTA, C. A.; RIGHI, R. DA R. Electronic health records in a Blockchain: A systematic review. **Health Informatics Journal**, v. 26, n. 2, p. 1273–1288, 2020.
- MCGHIN, T. et al. Blockchain in healthcare applications: Research challenges and opportunities. **Journal of Network and Computer Applications**, v. 135, p. 62–75, jun. 2019.
- MCMAHAN, H. B. et al. Communication-Efficient Learning of Deep Networks from Decentralized Data. v. 54, p. 10, 2017.
- METTLER, M. Blockchain technology in healthcare: The revolution starts here. **2016 IEEE 18th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services, Healthcom 2016**, p. 1–3, 2016.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Production**, v. 17, n. 1, p. 216–229, abr. 2007.

MOURA, L. M. F. DE; BRAUNER, D. F.; JANISSEK-MUNIZ, R. Blockchain e a Perspectiva Tecnológica para a Administração Pública: Uma Revisão Sistemática. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 24, n. 3, p. 259–274, jun. 2020.

NASR, M. et al. Smart Healthcare in the Age of AI: Recent Advances, Challenges, and Future Prospects. **IEEE Access**, v. 9, p. 145248–145270, 2021.

NETO, H. N. C.; MATTOS, D. M. F.; FERNANDES, N. C. Privacidade do Usuário em Aprendizado Colaborativo: Federated Learning, da Teoria à Prática. **Minicursos do XX Simpósio Brasileiro de Segurança da Informação e de Sistemas Computacionais**, n. SBSeg, p. 101–155, 2020.

NG, W. Y. et al. Blockchain applications in health care for COVID-19 and beyond: a systematic review. **The Lancet Digital Health**, v. 3, n. 12, p. e819–e829, 2021.

OKOLI, C.; DUARTE, T. POR:DAVID W. A.; MATTAR, R. TÉCNICA E INTRODUÇÃO:JOÃO. Guia Para Realizar uma Revisão Sistemática de Literatura. **EaD em Foco**, v. 9, n. 1, p. 1–40, 2019.

ONIK, M. M. H. et al. Blockchain in Healthcare: Challenges and Solutions. In: **Big Data Analytics for Intelligent Healthcare Management**. [s.l.] Elsevier, 2019. p. 197–226.

PÁEZ, R. et al. An Architecture for Biometric Electronic Identification Document System Based on Blockchain †. **Future Internet**, v. 12, n. 1, p. 10, 11 jan. 2020.

PALLANT, J. **SPSS Survival Manual**. [s.l.] Routledge, 2020. v. 6

PALOS-SANCHEZ, P.; SAURA, J. R.; AYESTARAN, R. An Exploratory Approach to the Adoption Process of Bitcoin by Business Executives. **Mathematics**, v. 9, n. 4, p. 355, 10 fev. 2021.

PANDEY, P.; LITORIYA, R. Implementing healthcare services on a large scale: Challenges and remedies based on blockchain technology. **Health Policy and Technology**, v. 9, n. 1, p. 69–78, 2020.

PARASURAMAN, A.; GREWAL, D.; KRISHNAN, R. **Marketing Research**. [s.l.] Houghton Mifflin, 2006.

PÓLVORA, A. et al. Blockchain for industrial transformations: A forward-looking approach with multi-stakeholder engagement for policy advice. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 157, p. 120091, ago. 2020.

POUR, M. J.; SHERKAT, M. H.; ASARIAN, M. Citizens' intention to use e-governance in Iran: the challenge of e-good governance implementation. **Electronic Government, an International Journal**, v. 18, n. 3, p. 293, 2022.

PRASETYO ATMOKO, G. D. et al. Factors Affecting Blockchain Adoption In Indonesia.

**Syntax Idea**, v. 3, n. 11, p. 2372, 20 nov. 2021.

RAZMI, J.; SANGARI, M. S.; GHODSI, R. Developing a practical framework for ERP readiness assessment using fuzzy analytic network process. **Advances in Engineering Software**, v. 40, n. 11, p. 1168–1178, nov. 2009.

RIBEIRO, L. C. **Aceitação do Banco Digital pelos consumidores brasileiros pertencentes as gerações X, Y e Z: aplicação de uma derivação do Modelo de Aceitação da Tecnologia (TAM)**. [s.l.] FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS, 2022.

RODRIGUES, V. F. et al. Smart Hospitals and IoT Sensors: Why Is QoS Essential Here? **Journal of Sensor and Actuator Networks**, v. 11, n. 3, 2022.

ROEHRS, A. et al. Personal health records: A systematic literature review. **Journal of Medical Internet Research**, v. 19, n. 1, 2017.

ROEHRS, A. et al. Toward a Model for Personal Health Record Interoperability. **IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics**, v. 23, n. 2, p. 867–873, 2019a.

ROEHRS, A. et al. Analyzing the performance of a blockchain-based personal health record implementation. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 92, n. October 2018, p. 103140, 2019b.

ROEHRS, A. et al. Integrating multiple blockchains to support distributed personal health records. **Health Informatics Journal**, v. 27, n. 2, 2021.

ROEHRS, A.; DA COSTA, C. A.; RIGHI, R. DA R. OmniPHR: A distributed architecture model to integrate personal health records. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 71, p. 70–81, 2017.

RYU, E. Effects of skewness and kurtosis on normal-theory based maximum likelihood test statistic in multilevel structural equation modeling. **Behavior Research Methods**, v. 43, n. 4, p. 1066–1074, 14 dez. 2011.

SANTOS, J. A.; INÁCIO, P. R. M.; SILVA, B. M. C. Towards the Use of Blockchain in Mobile Health Services and Applications. **Journal of Medical Systems**, v. 45, n. 2, 2021.

SANTOS, M. A. G. et al. Online heart monitoring systems on the internet of health things environments: A survey, a reference model and an outlook. **Information Fusion**, v. 53, n. December 2018, p. 222–239, 2020.

SAPUTRA, U. W. E.; DARMA, G. S. The Intention to Use Blockchain in Indonesia Using Extended Approach Technology Acceptance Model (TAM). **CommIT (Communication and Information Technology) Journal**, v. 16, n. 1, p. 27–35, 23 fev. 2022.

SAURABH, S.; DEY, K. Blockchain technology adoption, architecture, and sustainable agri-food supply chains. **Journal of Cleaner Production**, v. 284, p. 124731, 2021.

SCIARELLI, M. et al. Factors affecting the adoption of blockchain technology in innovative Italian companies: an extended TAM approach. **Journal of Strategy and Management**, v. 15, n. 3, p. 495–507, 22 jul. 2022.

SGROI, F. The role of blockchain for food safety and market efficiency. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 9, p. 100326, set. 2022.

SHI, J.; DANQUAH, S. K. N.; DONG, W. A Novel Block Chain Method for Urban Digitization Governance in Birth Registration Field: A Case Study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 15, p. 9309, 29 jul. 2022.

SHRESTHA, A. K.; VASSILEVA, J. User acceptance of usable blockchain-based research data sharing system: An extended TAM-based study. **2019 First IEEE International Conference on Trust, Privacy and Security in Intelligent Systems and Applications (TPS-ISA)**, p. 203–208, 2019.

STAMATELLIS, C. et al. A privacy-preserving healthcare framework using hyperledger fabric. **Sensors (Switzerland)**, v. 20, n. 22, p. 1–14, 2020.

STAN, O. P.; MICLEA, L. New Era for Technology in Healthcare Powered by GDPR and Blockchain. In: [s.l.: s.n.]. p. 311–317.

SUN, W. et al. **Store, schedule and switch - A new data delivery model in the big data era**. International Conference on Transparent Optical Networks. **Anais...IEEE**, jun. 2013. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/6602860/>>

SUNMOLA, F. T.; BURGESS, P.; TAN, A. Building Blocks for Blockchain Adoption in Digital Transformation of Sustainable Supply Chains. **Procedia Manufacturing**, v. 55, p. 513–520, 2021.

SZABO, N. Formalizing and Securing Relationships on Public Networks. **First Monday**, v. 2, n. 9, 1 set. 1997.

TAHERDOOST, H. A Critical Review of Blockchain Acceptance Models—Blockchain Technology Adoption Frameworks and Applications. **Computers**, v. 11, n. 2, p. 24, 8 fev. 2022.

TAHIR, M. et al. A lightweight authentication and authorization framework for blockchain-enabled IoT network in health-informatics. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 17, 2020.

TAMERSOY, A. et al. Anonymization of Longitudinal Electronic Medical Records. **IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine**, v. 16, n. 3, p. 413–423, maio 2012.

TAN, W. K. A.; SUNDARAKANI, B. Assessing Blockchain Technology application for freight booking business: a case study from Technology Acceptance Model perspective. **Journal of Global Operations and Strategic Sourcing**, v. 14, n. 1, p. 202–223, 15 jul. 2021.

TANWAR, S.; PAREKH, K.; EVANS, R. Blockchain-based electronic healthcare record system for healthcare 4.0 applications. **Journal of Information Security and Applications**, v. 50, 2020.

TAO, D. et al. Integrating usability and social cognitive theories with the technology acceptance model to understand young users' acceptance of a health information portal. **Health Informatics Journal**, v. 26, n. 2, p. 1347–1362, 11 jun. 2020.

TING, D. S. W. et al. Artificial intelligence, the internet of things, and virtual clinics: ophthalmology at the digital translation forefront. **The Lancet Digital Health**, v. 2, n. 1, p. e8–e9, jan. 2020a.

TING, D. S. W. et al. Digital technology and COVID-19. **Nature Medicine**, v. 26, n. 4, p. 459–461, 27 abr. 2020b.

TOUFAILY, E.; ZALAN, T.; DHAOU, S. BEN. A framework of blockchain technology adoption: An investigation of challenges and expected value. **Information & Management**, v. 58, n. 3, p. 103444, abr. 2021.

TRIPATHI, G.; AHAD, M. A.; PAIVA, S. S2HS- A blockchain based approach for smart healthcare system. **Healthcare**, v. 8, n. 1, 2020.

ULLAH, N. et al. Blockchain Technology Adoption in Smart Learning Environments. **Sustainability**, v. 13, n. 4, p. 1801, 7 fev. 2021.

UNDALE, S.; PATIL, H. Moderating Effect of Online Shopping Experience on Adoption of e-Governance in Rural India. **Asia Pacific Journal of Information Systems**, v. 32, n. 1, p. 32–50, 31 mar. 2022.

VANIN, F. N. DA S. et al. A Blockchain-Based End-to-End Data Protection Model for Personal Health Records Sharing: A Fully Homomorphic Encryption Approach. **Sensors**, v. 23, n. 1, p. 14, 20 dez. 2022.

VENKATESH, V.; DAVIS, F. D. Theoretical extension of the Technology Acceptance Model: Four longitudinal field studies. **Management Science**, v. 46, n. 2, p. 186–204, fev. 2000.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 14. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

WANG, Y. et al. Security-Aware and Privacy-Preserving Personal Health Record Sharing Using Consortium Blockchain. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 9, n. 14, p. 12014–12028, 15 jul. 2022.

WARNAT-HERRESTHAL, S. et al. Swarm Learning for decentralized and confidential clinical machine learning. **Nature**, v. 594, n. 7862, p. 265–270, 10 jun. 2021.

WONG, L.-W. et al. Time to seize the digital evolution: Adoption of blockchain in operations and supply chain management among Malaysian SMEs. **International**

**Journal of Information Management**, v. 52, p. 101997, jun. 2020.

WONG, S. C. et al. Determinants of Cryptocurrency Adoption Behavior in Malaysia. **Jurnal Pengurusan**, v. 65, set. 2022.

WOO, C.; YOO, J. Exploring the Determinants of Blockchain Acceptance for Research Data Management. **Journal of Computer Information Systems**, v. 63, n. 1, p. 216–227, 2 jan. 2023.

WRIGHT, C. S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. 2008.

XIE, J. et al. A Survey of Blockchain Technology Applied to Smart Cities: Research Issues and Challenges. **IEEE Communications Surveys & Tutorials**, v. 21, n. 3, p. 2794–2830, 2019.

XU, J. et al. Healthchain: A Blockchain-Based Privacy Preserving Scheme for Large-Scale Health Data. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 6, n. 5, p. 8770–8781, 2019.

YAFIMAVA, D. **Blockchain and the law: regulations around the world (2019)**. , 2019.

YANG, C.-S. Maritime shipping digitalization: Blockchain-based technology applications, future improvements, and intention to use. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 131, p. 108–117, nov. 2019.

YANG, J. et al. Proof-of-Familiarity: A Privacy-Preserved Blockchain Scheme for Collaborative Medical Decision-Making. **Applied Sciences**, v. 9, n. 7, p. 1370, 1 abr. 2019.

YOON, H.-J. Blockchain Technology and Healthcare. **Healthcare Informatics Research**, v. 25, n. 2, p. 59, 2019.

ZAKERABASALI, S.; AYYOUBZADEH, S. M. Internet of Things and healthcare system: A systematic review of ethical issues. **Health Science Reports**, v. 5, n. 6, 2022.

ZHOU, L.; WANG, L.; SUN, Y. MIStore: a Blockchain-Based Medical Insurance Storage System. **Journal of Medical Systems**, v. 42, n. 8, p. 149, 2 ago. 2018.

ZHUANG, Y. et al. A patient-centric health information exchange framework using blockchain technology. **IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics**, v. 24, n. 8, p. 2169–2176, 2020.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA PESQUISA

### Pesquisa de Dissertação

Caro profissional,

Você está sendo convidado a participar desta pesquisa com o objetivo de verificar os desafios para a Adoção de uma **Arquitetura Blockchain em Sistemas de Informação em Saúde**.

A pesquisa é parte do meu Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, na **UNISINOS**. A pesquisa faz parte dos estudos realizados pelo Projeto **Minha Saúde Digital (MSD)**, desenvolvido em uma parceria da UNISINOS com organizações hospitalares da Grande Porto Alegre.

As respostas serão tratadas de forma sigilosa e totalmente anônima e os dados coletados servirão exclusivamente para fins acadêmicos. O participante também pode desistir a qualquer momento de participar da pesquisa, sem qualquer prejuízo.

Muitíssimo obrigado por seu apoio!

Nome: Leandro Teófilo Pinto dos Reis (teofilo@ifto.edu.br) -  
<http://lattes.cnpq.br/5205961243034154>

Orientadora: **Dra. Débora Oliveira da Silva** (deboraooliveira@unisinis.br) -  
<http://lattes.cnpq.br/8894344470187333>

Coorientador: **Dr. Cristiano André da Costa** (cac@unisinis.br) -  
<http://lattes.cnpq.br/9637121030877187>

teofilo@ifto.edu.br [Alternar conta](#)

 Não compartilhado

 Rascunho salvo.

\* Indica uma pergunta obrigatória

**Hospital em que trabalha \***

---

Próxima

Limpar formulário

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este formulário foi criado em Instituto Federal do Tocantins. [Denunciar abuso](#)



## Pesquisa de Dissertação

teofilo@ifto.edu.br [Alternar conta](#)



Não compartilhado

\* Indica uma pergunta obrigatória

INSTRUÇÃO 1: As afirmações a seguir são acompanhadas de uma escala de cinco pontos cujos números tem a seguinte interpretação:

1 = DISCORDO TOTALMENTE

2 = DISCORDO PARCIALMENTE

3 = NÃO DISCORDO NEM CONCORDO

4 = CONCORDO PARCIALMENTE

5 = CONCORDO TOTALMENTE

Para responder as afirmações clique no número que melhor representa a sua concordância com a afirmação apresentada.

Minha equipe possui as habilidades necessárias para trabalhar efetivamente com \* a arquitetura *blockchain*.

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE

A empresa em que trabalho está preparada para implantar uma \* arquitetura *blockchain*.

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE



A arquitetura *blockchain* se integra facilmente às outras tecnologias presentes da \* empresa.

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE

A arquitetura *blockchain* ajudará a melhorar a eficiência dos negócios. \*

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE

A arquitetura *blockchain* ajudará a melhorar a produtividade dos negócios. \*

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE

A arquitetura *blockchain* melhorará a transparência das operações de negócios. \*

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE

A arquitetura *blockchain* desenvolve competitividade organizacional. \*

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE



A adoção da arquitetura *blockchain* é uma boa ideia. \*

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE

A adoção da arquitetura *blockchain*, em detrimento de outras tecnologias, é adequada. \*

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE

Em um sentido geral, a arquitetura *blockchain* é estratégica para nossa empresa. \*

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE

A arquitetura *blockchain* é mais rápida de se adotar em comparação com outras tecnologias. \*

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE



Considero importante a organização adotar essa arquitetura para compartilhar dados de registros pessoais de saúde. \*

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE

Eu usaria essa arquitetura para compartilhar dados de registros pessoais de saúde no meu dia a dia. \*

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE

Tenho a intenção de adotar essa arquitetura de compartilhamento de dados de saúde no futuro. \*

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE

Eu acredito que é crucial adotar essa arquitetura para compartilhar dados de registros pessoais de saúde. \*

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE



O uso da arquitetura baseada em blockchain é tecnicamente seguro. \*

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE

O uso da arquitetura baseada em blockchain é robusto em termos de aplicação \*

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE

Tenho confiança na arquitetura blockchain. \*

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE

Acredito na confidencialidade dos dados proporcionada pela arquitetura. \*

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE

É necessário construir uma arquitetura blockchain global e estabelecer padrões \*  
que garantam interoperabilidade entre diferentes tecnologias.

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE



O suporte regulatório do governo é necessário para o desenvolvimento da arquitetura blockchain. \*

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE

O desenvolvimento de modelos de negócios inovadores é necessário para se preparar para a arquitetura blockchain. \*

1 2 3 4 5

DISCORDO TOTALMENTE      CONCORDO TOTALMENTE

Voltar

Próxima

Limpar formulário

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este formulário foi criado em Instituto Federal do Tocantins. [Denunciar abuso](#)

Google Formulários



## Pesquisa de Dissertação

teofilo@ifto.edu.br [Alternar conta](#)



Não compartilhado

\* Indica uma pergunta obrigatória

### Informações Pessoais

Indique a sua idade \*

- Até 25 anos
- 26 - 35 anos
- 36 -45 anos
- 46 - 55 anos
- 56 ou mais

Qual o seu sexo? \*

- Masculino
- Feminino

Há quanto tempo você trabalha na empresa \*

- Menos de 1 ano
- 1 - 3 anos
- 4 - 6 anos
- 7 - 10 anos
- Mais de 10 anos



Você ocupa cargo/função de liderança da empresa? \*

- Sim
- Não

Qual seu grau de formação? \*

- Ensino Fundamental
- Ensino Médio
- Superior
- Pós-graduação
- Ensino Técnico

***Obrigado por dedicar seu tempo para responder a este questionário. Suas respostas são importantes para nossa pesquisa. Suas informações pessoais serão tratadas com confidencialidade.***

Voltar

Enviar

Limpar formulário

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este formulário foi criado em Instituto Federal do Tocantins. [Denunciar abuso](#)

Google Formulários



## APÊNDICE B – ARTIGO PUBLICADO

*J. Health Inform.* 2022 Abril-Setembro; 14(2):

Artigo de Revisão



### Blockchain em Saúde: uma análise de pesquisas na base Scopus

Blockchain in Health: an analysis of research in the Scopus database

Blockchain en Salud: un análisis de investigación en la base de datos Scopus

Charles Jefferson Rodrigues Alves<sup>1</sup>, Leandro Teófilo Pinto dos Reis<sup>2</sup>, Levi Rodrigues Neto<sup>2</sup>, Débora Oliveira da Silva<sup>3</sup>, Cristiano André da Costa<sup>4</sup>

#### RESUMO

**Descritores:** Blockchain; Healthcare; Registros-do-Paciente; Contratos-Inteligentes

**Objetivos:** Este estudo tem como objetivo analisar os principais modelos e aplicações da tecnologia *Blockchain* na saúde, identificando seus benefícios, desafios e compreender como a tecnologia está impactando a área médica. **Método:** Esta pesquisa se baseia em uma revisão sistemática de artigos publicados em saúde na base de dados Scopus, mostrando o processo de seleção dos artigos, a análise bibliométrica, análise de conteúdo e análise de rede em alinhamento com o objetivo do estudo. **Resultados:** Trinta artigos foram selecionados para estruturar o estudo, um ponto de atenção na implementação da tecnologia deve-se quanto à questão da interoperabilidade, privacidade e segurança dos dados. **Conclusão:** Este artigo fornece um panorama do cenário dos modelos propostos e implementações baseadas em *Blockchain* na área médica. Além disso, este trabalho contribui para o processo de concepção e implementação da *Blockchain* na saúde.

#### ABSTRACT

**Keywords:** Blockchain; Healthcare; Patient Records; Smart Contracts

**Objective:** This study aims to analyze the main models and applications of Blockchain technology in healthcare, identifying its benefits, challenges and understanding how the technology is impacting the medical field. **Method:** This research is based on a systematic review of articles published in health in the Scopus database, showing the process of article selection, bibliometric analysis, content analysis and network analysis in line with the objective of the study. **Results:** Thirty articles were selected to structure the study, a point of attention in the implementation of the technology is due to the issue of interoperability, privacy and data security. **Conclusion:** This article provide an overview of the scenario of proposed models and implementations based on Blockchain in relation to the medical field. In addition, this work contributes to the process of designing and implementing the Blockchain in healthcare.

#### RESUMEN

**Descriptores:** Blockchain; Atención Médica; Boletín Electrónico; Registros De Pacientes; Contratos Inteligentes; Revisión Sistemática

**Objetivo:** Este estudio tiene como objetivo analizar los principales modelos y aplicaciones de la tecnología Blockchain en la salud, identificando sus beneficios, desafíos y entendiendo cómo la tecnología está impactando en el campo médico. **Método:** Esta investigación se basa en una revisión sistemática de artículos publicados en salud en la base de datos Scopus, mostrando el proceso de selección de artículos, análisis bibliométrico, análisis de contenido y análisis de redes en línea con el objetivo del estudio. **Resultados:** Se seleccionaron treinta artículos para estructurar el estudio, un punto de atención en la implementación de la tecnología se debe al tema de interoperabilidad, privacidad y seguridad de los datos. **Conclusión:** Este artículo proporciona una descripción general del escenario de modelos e implementaciones propuestos basados en Blockchain en relación con el campo médico. Además, este trabajo contribuye al proceso de diseño e implementación de Blockchain en la salud.

<sup>1</sup> Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo (RS), Brasil.

<sup>2</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo (RS), Brasil.

<sup>3</sup> Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo (RS), Brasil.

<sup>4</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Computação Aplicada, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo (RS), Brasil.

Autor Correspondente: Charles Jefferson Rodrigues Alves  
e-mail: charles.alves@ifto.edu.br

Artigo recebido: 18/01/2022  
Aprovado: 06/08/2022

www.jhi-sbis.saude.ws

## INTRODUÇÃO

Atualmente não dispomos de infraestrutura amadurecida para armazenamento e compartilhamento de dados médicos ao longo da cadeia de valor da saúde<sup>(1)</sup>. Esta situação acarreta uma difícil comunicação, é lento, aumenta os custos, falhas e consequentemente, limitando os agentes de saúde em desenvolver um melhor entendimento dos pacientes, o que conduziria no impulsionamento da inovação e de melhores serviços de saúde.

Através dos registros eletrônicos de saúde (EHR) e dos registros pessoais de saúde (PHR)<sup>(2)</sup>, com suas anotações clínicas, relatórios de diagnóstico de doenças e histórico de tratamento clínico<sup>(3)</sup> é possível listar vários grupos de dados, como alergias, sinais vitais, consultas médicas, imunizações, resultados de exames laboratoriais, imagens médicas e diagnósticos<sup>(4)</sup>. O compartilhamento seguro e eficiente destes registros entre as organizações médicas apresentam ótimos *insights* para a melhoria do setor<sup>(5-6)</sup>, todavia, dificuldades na prestação destes serviços, incluem a falta de gerenciamento destes dados e como os mesmos seriam verificados, imutáveis e distribuídos. A não existência de uma solução de gestão integrada é um desafio ao sistema público e privado de saúde.

Segundo McGhin et al. (2019)<sup>(7)</sup>, pesquisadores estão contribuindo para a criação de soluções para digitalizar o processo, interconectando os recursos disponíveis em saúde. Exemplificando, temos as tecnologias emergentes: Internet das Coisas (IoT) e Internet das Coisas Médicas (IoHT) ou Internet das Coisas da Saúde (IoMT), onde sensores monitoram os sinais biomédicos do paciente<sup>(8)</sup>, coletando e provendo dados para a medicina de precisão<sup>(9)</sup>. Entretanto, a interconectividade produzida entre eles acarreta um alto risco de segurança cibernética<sup>(10)</sup>.

*Blockchain* é uma fusão de duas tecnologias: a criptografia e a comunicação *peer-peer*, populizada após a criação do Bitcoin<sup>(11)</sup>. E dentre os setores-chave para beneficiar a adoção do *blockchain*. Uma vez que dispõe de enorme potencial na solução de problemas corriqueiros do sistema de saúde, como o armazenamento imutável e distribuição de registros médicos, gestão no acesso as partes interessadas e envolvidas no processo, garantindo proteção e segurança das informações. Também é competente na transição da interoperabilidade tradicional para a centrada no paciente, assegurando-lhes a decisão sobre o acesso dos dados<sup>(12-13)</sup>.

O estudo propõe uma investigação na literatura para responder à questão: o que dizem as pesquisas sobre a tecnologia *Blockchain* em *Healthcare*? Apresentar o estado da arte das publicações, sintetizando as mais significativas tendências sobre a tónica, através de um estudo bibliométrico, análise de conteúdo e análise em rede.

### Blockchain

Desde o seu surgimento em 2008 e implementação em 2009<sup>(14)</sup> com o advento da criação da criptomoeda Bitcoin por Nakamoto<sup>(15)</sup>, é notável um alto crescimento da tecnologia nos últimos anos<sup>(16-17)</sup>. *Blockchain* dispõe de potencialidade na atuação de diferentes setores: indústrias,

governos, serviços financeiros, investimentos imobiliários e saúde<sup>(18)</sup>. Como exemplos, temos projetos de inovação em algumas cidades, como Dubai, Estocolmo, Toronto, Kranj e Visakhapatnam<sup>(6,10,17)</sup>. Assim, as suas particularidades de confiabilidade, imutabilidade, autenticidade e auditabilidade, com a geração de dados encriptados em uma rede de validação horizontal<sup>(19)</sup>, instiga diversas investigações da sua utilização em variados campos do conhecimento.

*Blockchain* é conceituado como um livro-razão distribuído constituindo-se de uma cadeia ordenada e consistente de transações, compartilhada em múltiplos nós dentro de uma rede *peer-to-peer*<sup>(20-21)</sup>. Outras tecnologias foram agregadas buscando fortalecer e otimizar a solução<sup>(21)</sup>, destaque para o Ethereum<sup>(6)</sup>, Hyperledger<sup>(3)</sup> e os *smart contracts*, possibilitando a realização de operações no *Blockchain*<sup>(22)</sup>.

Permanece em constante evolução e terá um impacto relevante nos próximos anos<sup>(14)</sup>, na saúde, há uma estimativa de investimentos de 297 bilhões de dólares em 2022<sup>(23)</sup>. No entanto a tecnologia não poderá ser implementada com sucesso em todos os casos<sup>(18)</sup>, portanto, é importante uma profunda análise da sua viabilidade, tornando-se uma instigação ou desafio que mantém os cientistas continuamente ativos.

### Smart Contracts

Foi introduzida e proposta por Nick Szabo, e é definida como um protocolo digital que permite a execução automatizada dos termos de relacionamento de um contrato na rede<sup>(22)</sup>. Assim, os *smart contracts* são armazenados na rede com um endereço único, permitindo que usuários interajam com eles, iniciando a execução automática do código em cada nó da rede com base na função chamada dentro da transação.

Na prática seriam similares a um contrato em papel físico firmado entre pessoas. No contrato em papel clássico, são definidas todas as regras que estabelecem as responsabilidades e a comunicação entre as partes que a assinaram, na tecnologia *Blockchain* funciona da mesma forma, porém essa contratação é toda digital.

A proposta do *blockchain* juntamente com os *smart contracts*, trazem uma série de oportunidades e perspectivas para utilização e troca de dados<sup>(22)</sup>, portanto, podemos inferir que o papel do *blockchain* seria o ambiente de armazenamento e os *smart contracts* o mecanismo de compartilhamento seguro das informações.

## MÉTODOS

Esta seção apresenta conceitos construídos com base em uma revisão da literatura, através da investigação e análise dos aspectos relativos às estratégias empregadas no gerenciamento distribuído de informações em saúde utilizando o *blockchain*. Sendo assim, nesta pesquisa qualitativa e descritiva, foram realizadas: análise bibliométrica, análise de conteúdo e análise em rede dos estudos encontrados.

A revisão foi realizada em 2021, utilizando-se dos recursos da base Scopus, sendo escolhida especialmente

por seus padrões de qualidade e da sua abrangente cobertura interdisciplinar de periódicos (atualmente abarca cerca de 19,5 mil títulos de mais de 5.000 editoras internacionais, cobrindo cerca de 16.500 revistas)<sup>(24)</sup>. Por conseguinte, a busca dos estudos valeu-se da definição da *string* de busca, com a concatenação das duas palavras no domínio de interesse: *blockchain e healthcare*, chegando-se às *strings* a seguir: “health OR healthcare” AND “blockchain”.

Na filtragem, o intervalo de datas compreendeu-se de 2016 a 2021, devido ser um período que apresenta o estudo de aplicações e visões mais consolidadas. Depois, constituiu-se da seleção de artigos com idioma inglês. Em seguida, foram selecionados somente os estudos publicados em revistas científicas (*journals*), excluindo todos que não fossem artigos finalizados, os anais de conferências, estudos não concluídos e capítulos de livros para manter o rigor e qualidade do conteúdo, resultando em 67 estudos. O último filtro concentrou-se na triagem de título e resumo com foco explicitamente na área de saúde, resultando 30 artigos para leitura completa.

Levantados e definidos os artigos, realizou-se a análise dos mesmos, utilizando as técnicas de análise bibliométrica através do *software* VOSviewer, análise de conteúdo com o auxílio do *software* Atlas.ti e por fim uma análise em rede.

A aplicação da bibliometria tem especial apelo na prospecção de tecnologias emergentes, onde diferentes direções de desenvolvimento e suas combinações disputam espaço para serem adotadas no futuro<sup>(25)</sup>. A análise bibliométrica irá se relacionar com a contagem de publicações ou citações encontradas nos estudos<sup>(26)</sup>.

A análise de conteúdo é uma técnica de investigação que ambiciona a descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo. Logo, foram definidos quarenta códigos, agrupados em onze categorias. Em seguida a decodificação, adaptação e agrupamento se deram sempre norteados pelo referencial teórico da pesquisa. Por último, aplicou-se a técnica de análise em rede nos resultados estatísticos obtidos para orientar a associação dos estudos

e estratégias quanto à tecnologia<sup>(27)</sup>.

## RESULTADOS

Com base na revisão e nas seguintes análises: bibliométrica; de conteúdo; em rede; dos artigos selecionados, foram elaboradas as figuras e discussões nesta seção. A Figura 1 ilustra as publicações analisadas concentradas por ano de publicação, destacando-se no ano de 2020 com vinte e quatro artigos ou 80%. Quanto à distribuição geográfica das publicações relevantes, temos os principais países envolvidos: Reino Unido com 23%, a Índia e os Estados Unidos da América com 40%, Arábia Saudita com 17%. Dentre os documentos analisados, três revistas concentraram 33,3% do total de publicações, são elas a IEE Access e a Sensors Switzerland com 26%, e por fim a Information Security and Applications com 7%.

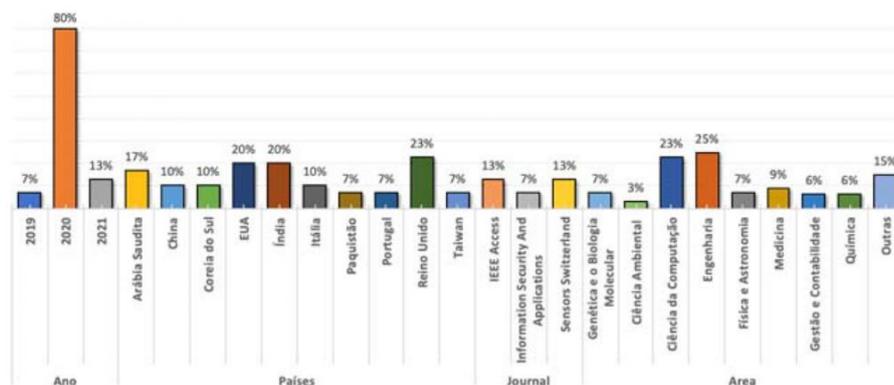
Nota-se que os artigos foram desenvolvidos em diversas áreas de estudo, com destaque para a Engenharia, presente em 25% dos documentos e Ciência da Computação com 23% das publicações, conforme ilustrado acima.

Na análise de coocorrência dos artigos, eles concentram em sua maioria nas palavras-chaves que representam o tema central do estudo, onde *Blockchain* e *Healthcare* seriam os centrais. Desse mapa de palavras, percebe-se que os autores utilizaram as mesmas palavras-chaves e devido os estudos apresentarem abordagem distintas da tecnologia *Blockchain* aplicada nos sistemas de saúde, nota-se ainda que existem outras palavras de bastante ocorrência entre os documentos (Figura 2).

Através da análise supracitada, conseguimos identificar alguns padrões, em relação à existência ou não de uma solução proposta, principais desafios enfrentados por sistemas inteligentes de gestão da saúde, assim como algumas aplicações da tecnologia *Blockchain* para a área da saúde.

## Soluções propostas

Os trinta artigos examinados propuseram modelos e propostas práticas para o *blockchain* em saúde, entretanto,



Fonte: Autores, 2021

Figura 1 - Classificação dos resultados da revisão da literatura



Quadro 1 - Listagem de estudos que propuseram soluções com aplicação em campo.

Autores e Ano	Projeto	Descrição do Projeto	Integração	Citações
Cernian, A., et al. (2020)	PatientDataChain	Integração dos registros pessoais de saúde de fontes heterogêneas em um sistema de PHR unificado e descentralizado, com troca de dados aprimorada entre os atores da saúde.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> <li>• Sensores</li> <li>• Sistemas farmacêuticos</li> </ul>	9
Akkaoui, R., et al. (2020)	EdgeMediChain	Arquitetura de autenticação e autorização para compartilhamento de dados de saúde, incluindo EMRs e PHD gerados de dispositivos IoMT.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensores wearables</li> <li>• Internet of Medical Things (IoMT)</li> </ul>	19
Jan, M. A., et al. (2021)	-	Mecanismo seguro de autenticação, coleta de dados e intercâmbio de Informações de Saúde Pública (PHI) através de sensores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> <li>• Sensores wearables</li> </ul>	12
Xu, J., et al. (2019)	Healthchain	Esquema de preservação de privacidade de dados de saúde em grande escala, os dados são criptografados para conduzir um controle de acesso refinado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> <li>• Sensores IOT</li> </ul>	111
Tahir, M., et al. (2020)	-	Arquitetura de integração de redes e aplicativos para autenticação de dispositivos IoT garantindo privacidade e integridade dos dados do usuário.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> <li>• Internet of Medical Things (IoMT)</li> </ul>	11
Pandey, P., et al. (2020)	AarogyaChain	Registrar de forma transparente e segura os eventos de saúde do nascimento até a morte de um cidadão, oferecendo intolerância à corrupção e implementação eficiente de programas de seguro saúde em todo país.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> </ul>	25
Khatoun, A., et al. (2019)	-	Permite a troca de registros médicos de forma segura com médicos, hospitais, organizações de pesquisa e partes interessadas, mantendo o controle total sobre a privacidade, agilizando procedimentos complexos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> </ul>	121
Celesti, A., et al. (2020)	-	Plataforma de telemedicina onde a equipe médica de diferentes hospitais coopera entre si formando uma equipe virtual capaz de realizar um fluxo de trabalho de saúde seguro e rápido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> <li>• Internet of Medical Things (IoMT)</li> </ul>	44
Jamil, F., et al. (2020)	-	Plataforma para o monitoramento seguro dos sinais vitais dos pacientes em hospitais inteligentes. Eles são equipados com dispositivos que lê os sinais vitais e os compartilham com outros usuários autorizados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> <li>• Internet of Medical Things (IoMT)</li> </ul>	86
Abdellatif, A. A., et al. (2020)	ssHealth	Permite a troca segura de grandes quantidades de dados entre as entidades de saúde, integrando múltiplas entidades nacionais e internacionais e correlacionando eventos médicos críticos para gestão e monitoramento de epidemias com mais rapidez.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> <li>• Internet of Medical Things (IoMT)</li> <li>• Sistemas de gestão farmacêutica</li> </ul>	32
Dhagarra, D., et al. (2019)	-	Fornece estrutura integrativa em banco de dados de saúde sem comprometer a privacidade. Através de um número de identificação exclusivo (UID) formalizado e implementado pelo Governo da Índia para a identificação de todos os pacientes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> </ul>	29
Stamatellis, C., et al. (2020)	Prehealth	Solução de gerenciamento eficaz de EHR utilizando um protocolo criptográfico Idemix, fornecendo recursos de preservação de privacidade e anonimato na atualização ou compartilhamento de registros privados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> </ul>	16
Islam, A., & Shin, S. Y. (2020)	Bhealth	Sistema de coleta de dados de saúde via veículo aéreo não tripulado, armazenando com segurança em servidor em nuvem mais próximo utilizando <i>blockchain</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensores corporais (BoS)</li> <li>• Veículo aéreo não tripulado (Vant)</li> </ul>	41
Abou-Nassar, E., et al. (2020)	DITrust Chain	Sistema de contrato inteligente de saúde para gerenciamento de dados médicos para dar agilidade em procedimentos médicos complexos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema EHR</li> </ul>	79

Fonte: Autores, 2021

em nível mais inferior de *stakeholder*, tais como *frameworks* e bibliotecas em código aberto, permitindo que instituições menores se incorporassem sem serem coagidos a contratar um ambiente de computação em nuvem ou de ponta já disponível comercialmente.

Portanto, soluções que funcionem para torná-lo mais acessível, precisam ser exploradas e expandidas mais prontamente, possibilitando ser aproveitado e disponibilizado de forma mais ampla. O aprimoramento e expansão da confiança pública produzirá um ciclo

sustentável de crescimento e um avanço para o desenvolvimento de *hardwares*, ferramentas e aplicativos em toda a rede.

## CONCLUSÃO

Nesta pesquisa, a relação entre *blockchain* e sistemas de saúde foi explorada e analisada. Os estudos referentes ao emprego da tecnologia aplicada a soluções para a área da saúde ainda são recentes, como mostrado na Figura 1. Distintos autores se mostram preocupados com os desafios e limitações enfrentados nos sistemas médicos, tais como interoperabilidade, segurança e privacidade dos dados do paciente, além das questões sociais relacionadas ao tema. A temática está sendo estudada em diversos países, com destaque para Reino Unido, Índia, Estados Unidos da América e Arábia Saudita, como demonstrado.

*Blockchain* apresenta um aumento da qualidade de transparência do sistema ao proporcionar o acesso a informações seguras aos *stakeholders* capacitados para utilizar a tecnologia e para todos participantes da cadeia. Ao amplificar tal transparência, estimulará o sentimento de confiança de todos os envolvidos na cadeia.

Soluções modernas e complexas começam a ficar disponíveis através da computação em nuvem para atender as principais lacunas e preocupações quanto à tecnologia, embora atualmente não atenda às necessidades das empresas em crescimento, em razão dos altos custos de implementação e manutenção. Essas preocupações

precisam ser trabalhadas para a melhoria do emprego do *blockchain*, tornando-o uma ferramenta que auxilia o usuário na decisão de como utilizar todas as suas potencialidades. Desta forma, ao se trabalhar no intuito de fazer o *blockchain* ser benéfico no gerenciamento seguro e eficiente de informações, o mesmo se tornará uma tecnologia mais conhecida, muito mais palpável e poderoso do que é atualmente.

Como direcionamento de pesquisas futuras, observa-se que as aplicações na área de saúde ainda estão em um estágio embrionário de investigação, todavia possui um grande potencial para o setor. Por isto, há uma necessidade de reunir líderes de saúde, governos, grupos de pesquisas, inovadores de tecnologia e outras partes interessadas para em conjunto enfrentar os inúmeros desafios que incomodam o setor há décadas. Paralelamente, diante das inovadoras aplicações e *frameworks* que estão sendo desenvolvidos e implementados, haverá a necessidade de uma avaliação da eficiência com mais profundidade usando métricas de medição de desempenho, além de concentrar na estrutura e na semântica dos dados trocados de tais soluções.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Financial Code 001), Unisinos e IFTO, pelo apoio a este trabalho.

## REFERÊNCIAS

- Cernian, A., Tiganoaia, B., Sacala, I. S., Pavel, A., & Iftemi, A. (2020). Patientdatachain: A blockchain-based approach to integrate personal health records. *Sensors (Switzerland)*, 20(22), 1–24. <https://doi.org/10.3390/s20226538>
- Dong, X. N., Lin, Z. K., & Dong, Z. S. (2012). The research on the electronic supervision of drug distribution system control. *Advanced Materials Research*, 468–471, 1189–1194. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR468-471.1189>
- Tanwar, S., Parekh, K., & Evans, R. (2020). Blockchain-based electronic healthcare record system for healthcare 4.0 applications. *Journal of Information Security and Applications*, 50. <https://doi.org/10.1016/j.jisa.2019.102407>
- 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.
- Tamersoy, A., Loukides, G., Nergiz, M. E., Saygin, Y., & Malin, B. (2012). Anonymization of longitudinal electronic medical records. *IEEE transactions on information technology in medicine and biology society, 16(3)*, 413–423. <https://doi.org/10.1109/TITB.2012.2185830>
- Akkaoui, R., Hei, X., & Cheng, W. (2020). EdgeMediChain: A Hybrid Edge Blockchain-Based Framework for Health Data Exchange. *IEEE Access*, 8, 113467–113486. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3003575>
- McGhin, T., Choo, K. R., Liu, C. Z., & He, D. (2019). Blockchain in healthcare applications: Research challenges and opportunities. *Journal of Network and Computer Applications*, 135(January), 62–75. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2019.02.027>
- Jan, M. A., Cai, J., Gao, X. C., Khan, F., Mastorakis, S., Usman, M., Alazab, M., & Watters, P. (2021). Security and blockchain convergence with Internet of Multimedia Things: Current trends, research challenges and future directions. *Journal of Network and Computer Applications*, 175(November 2020), 102918. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2020.102918>
- Xu, J., Xue, K., Li, S., Tian, H., Hong, J., Hong, P., & Yu, N. (2019). Healthchain: A Blockchain-Based Privacy Preserving Scheme for Large-Scale Health Data. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(5), 8770–8781. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2019.2923525>
- Huang, E.-W., & Liou, D.-M. (2007). Performance analysis of a medical record exchanges model. *IEEE transactions on information technology in biomedicine: a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 11(2), 153–160. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17390985>
- Wright, C. S. (2019). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. *SSRN Electronic Journal*, 1–12. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3440802>
- Kiberu, V. M., Mars, M., & Scott, R. E. (2019). Development of an evidence-based e-health readiness assessment framework for Uganda. *Health Information Management Journal*. <https://doi.org/10.1177/1833358319839253>
- Pólvoa, A., Nascimento, S., Lourenço, J. S., & Scapolo, F. (2020). Blockchain for industrial transformations: A forward-looking approach with multi-stakeholder engagement for policy advice. *Technological Forecasting and Social Change*, 157(December 2018), 120091. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120091>
- Tupathi, G., Ahad, M. A., & Paiva, S. (2020). S2HS - A blockchain based approach for smart healthcare system. *Healthcare*, 8(1), 100391. <https://doi.org/10.1016/j.hjdsi.2019.100391>
- Mettler, M., & Hsg, M. A. (2016). 2016 IEEE 18th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services, Healthcom 2016. 2016 IEEE 18th Interna-

- tional Conference on e-Health Networking, Applications and Services, Healthcom 2016, 16–18.
16. Albahli, S., Khan, R. U., & Qamar, A. M. (2020). A blockchain-based architecture for smart healthcare system: A case study of Saudi Arabia. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems*, 5(1), 40–47. <https://doi.org/10.25046/aj050106>
  17. Dhagarra, D., Goswami, M., Sarma, P. R. S., & Choudhury, A. (2019). Big Data and blockchain supported conceptual model for enhanced healthcare coverage: The Indian context. *Business Process Management Journal*, 25(7), 1612–1632. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-06-2018-0164>
  18. Moura, L. M. F. de, Brauner, D. F., & Janissek-Muniz, R. (2020). Blockchain e a Perspectiva Tecnológica para a Administração Pública: Uma Revisão Sistemática. *Revista de Administração Contemporânea*, 24(3), 259–274. <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2020190171>
  19. Blockchain, W. I. S. (2016). Blockchain/: the Promise of Smart Contracts. 8(February), 2–5.
  20. Agostinho, B., Schreiner, G., Gomes, F., Pinto, A. S. R., & Dantas, M. (2019). Unificação de Dados de Saúde Através do Uso de Blockchain e Smart Contracts. 31–40. <https://doi.org/10.5753/erbd.2019.8476>
  21. da Conceição, A. F., Rocha, V. M., & de Paula, R. F. (2019). Blockchain e Aplicações em Saúde. *Sociedade Brasileira de Computação*.
  22. Szabo, N. (1997). Formalizing and securing relationships on public networks. *First Monday*, 2(9). <https://doi.org/10.5210/fm.v2i9.548>
  23. Tansel, A. U. (2013). Innovation through Patient Health Records. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 75, 183–188. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.04.021>
  24. Tahir, M., Sardaraz, M., Muhammad, S., & Khan, M. S. (2020). A lightweight authentication and authorization framework for blockchain-enabled IoT network in health-informatics. *Sustainability (Switzerland)*, 12(17). <https://doi.org/10.3390/SU12176960>
  25. Yang, J., Onik, M. M. H., Lee, N. Y., Ahmed, M., & Kim, C. S. (2019). Proof-of-familiarity: A privacy-preserved blockchain scheme for collaborative medical decision-making [Article]. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(7), Article 1370. <https://doi.org/10.3390/app9071370>
  26. Yoshida, N. D. (2010). Análise bibliométrica: um estudo aplicado à previsão tecnológica. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 2(1), 52–84.
  27. Coates, V., Farooque, M., Klavans, R., Lapid, K., Linstone, H. A., Pistorius, C., & Porter, A. L. (2001). Technological forecasting and social change, 67(1), 1–17.
  28. Araujo, A. L. S. O., Andrade, W., Guerrero, D., Melo, M., & de Souza, I. M. L. (2018). Análise de rede na identificação de habilidades relacionadas ao pensamento computacional. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Vol. 29, No. 1, p. 655)*.
  29. Margheri, A., Masi, M., Miladi, A., Sassone, V., & Rosenzweig, J. (2020). Decentralised provenance for healthcare data. *International Journal of Medical Informatics*, 141(March), 104197. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104197>



Leandro Teófilo Pinto dos Reis <teofilo@ifto.edu.br>

---

## [JHI] Decisão editorial

1 mensagem

---

**Cristina Flavio via Journal of Health Informatics** <jhi-sbis@openjournalsolutions.com.br> 31 de agosto de 2022 às 11:52  
Responder a: Cristina Flavio <jhi@sbis.org.br>  
Para: Charles Jefferson Rodrigues Alves <casalalvesealves@gmail.com>, Leandro Teófilo Pinto dos Reis <teofilo@ifto.edu.br>, Levi Rodrigues Neto <levi.neto@ifto.edu.br>, Débora Oliveira da Silva <DEBORAOLIVEIRA@unisinios.br>, Cristiano Andre da Costa <cac@unisinios.br>

Charles Jefferson Rodrigues Alves, Leandro Teófilo Pinto dos Reis, Levi Rodrigues Neto, Débora Oliveira da Silva, Cristiano Andre da Costa,

Foi tomada uma decisão sobre o artigo submetido à revista Journal of Health Informatics, "Blockchain em Saúde: uma Análise de Pesquisas na base Scopus".

A decisão é: Aceitar

---

Márcia Ito  
Ph.D. Editor chefe

---

Journal of Health Informatics  
<https://jhi.sbis.org.br>

---

 **C-Artigo-Revista-Corrigido.docx**  
931K

## Blockchain em Saúde: uma análise de pesquisas na base Scopus

**Charles Jefferson Rodrigues Alves**

Instituto Federal do Tocantins

**Leandro Teófilo Pinto dos Reis**

Instituto Federal do Tocantins

**Levi Rodrigues Neto**

Instituto Federal do Tocantins

**Débora Oliveira da Silva**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo (RS).

**Cristiano André da Costa**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

**Palavras-chave:** Blockchain, Healthcare, Registros-do-Paciente, Contratos-Inteligentes

### Resumo

**Objetivos:** Este estudo tem como objetivo analisar os principais modelos e aplicações da tecnologia Blockchain na saúde, identificando seus benefícios, desafios e compreender como a tecnologia está impactando a área médica. **Método:** Esta pesquisa se baseia em uma revisão sistemática de artigos publicados em saúde na base de dados Scopus, mostrando o processo de seleção dos artigos, a análise bibliométrica, análise de conteúdo e análise de rede em alinhamento com o objetivo do estudo. **Resultados:** Trinta artigos foram selecionados para estruturar o estudo, um ponto de atenção na implementação da tecnologia deve-se quanto à questão da interoperabilidade, privacidade e segurança dos dados. **Conclusão:** Este artigo fornece um panorama do cenário dos modelos propostos e implementações baseadas em Blockchain na área médica. Além disso, este trabalho contribui para o processo de concepção e implementação da Blockchain na saúde.

### Biografia do Autor

**Charles Jefferson Rodrigues Alves, Instituto Federal do Tocantins**

- Engenharia de Produção

- Computação Aplicada



Publicado  
03-10-2022

#### Como Citar

Alves, C. J. R., Pinto dos Reis, L. T., Neto, L. R., da Silva, D. O., & da Costa, C. A. (2022). Blockchain em Saúde: uma análise de pesquisas na base Scopus. *Journal of Health Informatics*, 14(2). Recuperado de <https://jhi.sbis.org.br/index.php/jhi-sbis/article/view/935>

Fomatos de Citação

#### Edição

[v. 14 n. 2 \(2022\)](#)

#### Seção

Artigo de Revisão

#### Licença

Copyright (c) 2022 Charles Jefferson Rodrigues Alves, Leandro Teófilo Pinto dos Reis, Levi Rodrigues Neto, Débora Oliveira da Silva, Cristiano André da Costa



Este trabalho está licenciado sob uma licença [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](#).

A submissão de um artigo ao **Journal of Health Informatics** é entendida como exclusiva e que não está sendo considerada para publicação em outra revista. A permissão dos autores para a publicação de seu artigo no **J. Health Inform.** implica na exclusiva autorização concedida aos editores para incluí-lo na revista. Ao submeter um artigo, ao autor será solicitada a permissão eletrônica de um Termo de Transferência de Direitos Autorais. Uma mensagem eletrônica será enviada ao autor correspondente confirmando o recibo do manuscrito e o aceite da Declaração de Direito Autoral.



### Artigos mais lidos pelo mesmo(s) autor(es)

- Guilherme Goldschmidt, Jéferson Campos Nobre, Rodrigo da Rosa Righi, Cristiano André da Costa, [Segurança da Informação na comunicação de dispositivos médicos: uma revisão quasi-sistemática](#), *Journal of Health Informatics*: v. 11 n. 2 (2019)
- Guilherme Wunsch, Cristiano André Da costa, Rodrigo da Rosa Righi, Kleinner Farias de Oliveira, [A última década do uso de dispositivos da internet das coisas durante a triagem de pacientes no Departamento de Emergência - um Mapeamento Sistemático](#), *Journal of Health Informatics*: v. 10 n. 3 (2018)

### Idioma

English

Español (España)

Português (Brasil)

Português (Portugal)

### Informações

Para Leitores

Para Autores

Para Bibliotecários

### Indexadores, Bases de Dados, Repositórios e Bibliotecas

 Google Acadêmico

 ISSN The Global Index  
PORTAL for Continuing Resources

 latindex

 LILACS  
Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde

**Journal of Health Informatics - ISSN 2175-4411**

Sociedade Brasileira de Informática em Saúde  
Av. Brigadeiro Luis Antonio, 278, 7º andar - sala 11