

CHANDER DE OLIVEIRA PINHEIRO

**REDE DE DADOS EM SAÚDE DO RN (RDS/RN):
A INTEROPERABILIDADE COMO INSTRUMENTO ESTRUTURANTE DA
TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DO SUS/RN**

Natal/RN

2024

CHANDER DE OLIVEIRA PINHEIRO

**REDE DE DADOS EM SAÚDE DO RN (RDS/RN):
A INTEROPERABILIDADE COMO INSTRUMENTO ESTRUTURANTE DA
TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DO SUS/RN**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Inovação em Saúde, Centro de Ciências da Saúde e Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Inovação em Saúde.

ORIENTADOR: PROF. DR. RICARDO ALEXSANDRO DE MEDEIROS VALENTIM

Natal/RN

2024

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial do Centro Ciências da Saúde - CCS

Pinheiro, Chander de Oliveira.

Rede de Dados em Saúde do RN(RDS/RN): a interoperabilidade como instrumento estruturante da transformação digital do SUS/RN / Chander de Oliveira Pinheiro. - 2025.
63f.: il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Gestão e Inovação em Saúde. Natal, RN, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Ricardo Aleksandro de Medeiros Valentim.

1. Sistema Único de Saúde (SUS) - Dissertação. 2. Rede de Dados em Saúde do RN - Dissertação. 3. Transformação Digital na Saúde - Dissertação. 4. Interoperabilidade - Dissertação. 5. Saúde Digital - Dissertação. I. Valentim, Ricardo Aleksandro de Medeiros. II. Título.

RN/UF/BS-CCS

CDU 614

RESUMO

A evolução tecnológica tem impactado significativamente os sistemas de informação, levando à expansão de sistemas fragmentados e desconectados. Durante a pandemia de covid-19, a modernização dos sistemas de informação do Sistema Único de Saúde (SUS) mostrou a necessidade de uma nova arquitetura baseada em interoperabilidade e integração. Nesse contexto, iniciativas importantes do SUS foram a Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020-2028 e a Política Nacional de Informação e Informática em Saúde. Este trabalho de mestrado profissional tem como objetivo especificar e construir uma arquitetura para integrar informações de saúde produzidas pelo estado do Rio Grande do Norte (RN) por meio de uma Rede de Dados em Saúde (RDS-RN). O projeto utiliza a metodologia pesquisa-ação e o processo de desenvolvimento Scrum. Os resultados parciais incluem a criação de uma arquitetura integrada conectada ao Centro de Inteligência Estratégica de Gestão do SUS (Cieges), no qual estão centralizados o ecossistema de saúde digital do RN, por exemplo, sistemas como RN Mais Vacina, Regula RN, Regula Leitos e Regula Vascular, PEP+RN (Gestão Hospitalar). Além disso, o projeto Suvepi está integrado ao Cieges. Essa arquitetura possibilita que a RDS-RN promova melhorias significativas no acesso aos serviços de saúde, ao otimizar o fluxo de informações clínicas, embasar as decisões dos profissionais de saúde e ampliar o controle social, considerando que diversos sistemas de informação em saúde do ecossistema tecnológico do SUS no RN já foram integrados e estão prontos para uso, com planos futuros de incluir novos, por exemplo, os da vigilância.

Palavras-chave: Rede de Dados em Saúde do RN; interoperabilidade; transformação digital na saúde; Sistema Único de Saúde (SUS); saúde digital.

ABSTRACT

Technological evolution has significantly impacted information systems, leading to the expansion of fragmented and disconnected systems. The modernization of the information systems of the Unified Health System (SUS) during the covid-19 pandemic highlights the need for a new architecture based on interoperability and integration. The Digital Health Strategy for Brazil 2020-2028 and the National Policy on Health Information and Informatics are important SUS initiatives in this context. This professional master's thesis aims to specify and build an architecture to integrate health information produced by the state of Rio Grande do Norte (RN) through a Health Data Network (RDS-RN). The project uses the action research methodology and the Scrum development process. Partial results include the creation of an integrated architecture connected to the SUS Strategic Management Intelligence Center (CIEGES), which centralizes the digital health ecosystem of RN, such as systems such as RN Mais Vacina, Regula RN, Regula Leitos and Regula Vascular, PEP+RN (Hospital Management). In addition, the Suvepi project is also integrated with CIEGES. The RDS-RN is expected to promote significant improvements in access to health services, optimizing the flow of clinical information and supporting the decisions of health professionals and expanding social control. In short, several health information systems of the SUS technological ecosystem in RN have already been integrated and are ready for use, with future plans to include new ones, such as those for surveillance.

Keywords: RN Health Data Network; Interoperability; Digital Transformation in Health; Unified Health System (SUS); Digital Health.

Produção Acadêmica

Registro de Software

Título	Número do Registro	Data do registro
Regula RN	BR512020002366-5	23/04/2020
RN+Vacina	BR512021001478-2	18/01/2021
SADP - Sistema de Acompanhamento de Projetos	BR512024002025-0	01/01/2023
CADUF - Cadastro Único de Identificação das Pessoas com Fissura Labiopalatina	BR512024002027-6	04/05/2022
SARP - Sistema de Administração de Recursos Patrimônios	BR512024002024-1	01/01/2022

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxo das reuniões do processo de trabalho.....	15
Figura 2 – Fluxograma Prisma 2020 para apresentação do processo de seleção dos estudos ao longo de uma revisão sistemática.....	27
Figura 3 – Total de artigos selecionados por ano.....	28
Figura 4 – Desafios abordados em cada artigo analisado.....	31
Figura 5 – Total de artigos por desafios encontrados.....	32
Figura 6 – Arquitetura projetada para Rede de Dados em Saúde.....	35
Figura 7 – Manager da RDS-RN.....	37
Figura 8 – Diagrama de Atividades do consumo de dados da RDS-RN.....	41
Figura 9 – Tela de homologação de contratos da RDS-RN.....	47
Figura 10 – Dados já contidos na RDS – RN.....	47
Figura 11 – Portal de Boas vindas RDS – RN.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAPs	Caixas de Aposentadoria e Pensão
CBO	Classificação Brasileira de Ocupações
CE	critérios de exclusão
CEP	Cadastro de Endereços para Procedimentos
CFM	Conselho Federal de Medicina
CI	critérios de inclusão
CNES	Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde
CNS	Cartão Nacional de Saúde
Datasus	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
EHR	Registros Eletrônicos de Saúde
ESD28	Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020-2028
eSUS-VE	Sistema de Registro de Casos de Síndrome Gripal
FHIR	Fast Healthcare Interoperability Resources
Funasa	Fundação Nacional de Saúde
GAL	Gerenciador de Ambiente Laboratorial
HL7	Health Level 7
IAPs	Institutos de Aposentadoria e Pensão
IoMT	Internet of Medical Things
Lais	Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde
NAE	Núcleo de Apoio Especializado
PCH	Patient-Centric Healthcare Framework
PEP	prontuário eletrônico do paciente
PHR	Registros Pessoais de Saúde
PNIS	Política Nacional de Informação e Informática em Saúde
PNTS	Programa Nacional de Telessaúde
Prisma	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
QA	Avaliação de Qualidade
RDS	Rede de Dados em Saúde

RDS-RN	Rede de Dados em Saúde do RN
RN	Rio Grande do Norte
RNDS	Rede Nacional de Dados em Saúde
Sesap/RN	Secretaria de Estado da Saúde Pública do Rio Grande do Norte
SESPs	Serviços Especiais de Saúde Pública
Sinan	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SIS	Sistemas de Informação em Saúde
SisNAGIT	Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais
SISPAH	Sistema de Pronto Atendimento Hospitalar
SIVEPI	Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica
SUS	Sistema Único de Saúde
Suvepi	Sistema Unificado de Vigilância Epidemiológica
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Problemática.....	11
1.2 Objetivos.....	13
1.2.1 Objetivo Geral.....	13
1.2.2 Objetivos Específicos.....	13
1.3 Estrutura da Dissertação.....	14
2 METODOLOGIA.....	15
2.1 Principais Contribuições.....	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
3.1 Sistema Único de Saúde (SUS) do Brasil.....	18
3.2 Tecnologia no SUS.....	19
3.3 Departamento de Informação e Informática do Sistema Único de Saúde – Datasus.....	20
3.4 Interoperabilidade.....	20
3.5 Rede Nacional de Dados em Saúde (RNDS).....	22
4 A INFLUÊNCIA DA INTEROPERABILIDADE NA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DA SAÚDE.....	24
4.1 Resultados do Estudo.....	27
4.2 QP01 - Quais são as soluções adotadas para promover a interoperabilidade entre sistemas de saúde?.....	28
4.3 QP02 - Quais plataformas/ferramentas estão sendo incorporadas a interoperabilidade?.....	29
4.4 QP03 - Quais são os principais desafios enfrentados na promoção da interoperabilidade em sistemas de saúde?.....	30
4.5 Discussões.....	33
5 ARQUITETURA.....	35
5.1 Arquitetura Rede de Dados em Saúde do Rio Grande do Norte (RDS-RN).....	35
5.2 Tecnologias Utilizadas.....	38
5.3 Modelo de Gestão.....	39

5.4 Solicitação de Acesso.....	40
5.5 Protocolos de Segurança.....	43
5.6 Recursos já Disponíveis na RDS-RN.....	45
5.7 Fluxo Para Elaboração e Inserção dos Dados na RDS-RN.....	45
5.8 Evidências da Operacionalidade da Arquitetura da RDS-RN.....	46
6 DISCUSSÕES.....	49
7 CONCLUSÕES.....	51
7.1 Impactos Sociais.....	52
REFERÊNCIAS.....	54

1 INTRODUÇÃO

Diante da constante evolução e disseminação da tecnologia em diversas áreas, houve um aumento significativo na quantidade de sistemas desenvolvidos que buscam atender demandas do cotidiano e otimizar processos de trabalho. Na área da saúde, a integração do setor com a tecnologia proporciona uma gama de benefícios, desde acompanhamento de pacientes à solução de problemas de saúde pública. A implantação dos sistemas de informação em saúde (SIS) pode ser vista como estratégia que busca melhorar a eficiência, a qualidade e a acessibilidade dos serviços de saúde (Benito; Licheski, 2009). Para alcançar benefícios essenciais para a saúde pública, esses SIS devem ser desenvolvidos de forma a suprir os problemas existentes.

Atualmente, diversos SIS estão em uso (Batista, 2012). Apesar da ampla adoção, o desenvolvimento e a implementação desses sistemas enfrentam inúmeros desafios. Um dos principais problemas discutidos é a forma fragmentada de armazenamento e compartilhamento de dados, que ocorre sem comunicação eficiente entre os diferentes SIS (Barbalho *et al.*, 2022). Essa fragmentação dificulta o acesso a informações essenciais, leva à redundância de exames e tratamentos, e complica a continuidade do cuidado ao paciente. Nesse contexto, a interoperabilidade se destaca como uma solução potencial para superar esses desafios.

A interoperabilidade consiste no compartilhamento e/ou na troca de informações precisas e consistentes entre diferentes sistemas (Marcondes, 2016). Um dos principais benefícios da interoperabilidade é permitir que sistemas desenvolvidos com diferentes tecnologias, infraestrutura e objetivos possam trabalhar de forma colaborativa. Devido à ausência de implantação de padrões de interoperabilidade nos SIS, a centralização ou o conhecimento de dados de saúde da população torna-se uma tarefa complexa, o que, conseqüentemente, dificulta a construção contínua do histórico de saúde da população (Kelly *et al.*, 2020).

De acordo com Cardoso Neto, Andrezza e Chioro (2020), parte dos sistemas de informação em saúde no Brasil foi desenvolvida de forma fragmentada e desconectada, com pouca ou nenhuma integração, e com contratações separadas para o desenvolvimento de sistemas em diversos setores. Dessa forma, o Ministério da Saúde do Brasil, junto ao Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus), vem criando uma série de iniciativas que busca tornar o cenário da saúde cada vez mais interoperável.

Nesse cenário, a Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (PNIIS) surgiu como uma resposta à necessidade de integrar e otimizar o uso de tecnologias de informação no setor de saúde. Essa política estabelece diretrizes para o desenvolvimento, a implementação e o gerenciamento de SIS no Brasil (Brasil, 2016). De forma complementar, a Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020-2028 (ESD28), instituída pela Portaria GM/MS nº 3.632, de 21 de dezembro de 2020, tem o objetivo de conduzir as ações relativas à saúde digital para o período de 2020 a 2028 no serviço público e privado a fim de potencializar a transformação da saúde digital no país (Brasil, 2020). Como resultado dessas iniciativas, houve o desenvolvimento e o aprimoramento do Meu SUS Digital (antigo Conecte SUS) e da Rede Nacional dos Dados em Saúde (RNDS), que buscam permitir acesso aos dados de saúde de maneira segura e prática para os cidadão, profissionais e gestores de saúde (Brasil, 2021). Mesmo com essas e outras iniciativas adotadas pelo governo federal, muitas mudanças ainda precisam ser realizadas e desafios superados para alcançar o nível de interoperabilidade desejável, condição mandatória para a continuidade adequada e sustentável dos serviços de saúde pública ofertados a toda a população brasileira.

1.1 Problemática

No contexto local, a Secretaria de Estado da Saúde Pública do Rio Grande do Norte (Sesap/RN) também vivencia esse processo de transformação digital da saúde. A Sesap também enfrenta os desafios relacionados à fragmentação de dados, com sistemas criados por diversas unidades de Tecnologia da Informação de forma descentralizada, assim como sistemas desenvolvidos por contratações de setores independentes na secretaria e também com sistemas do próprio Datasus – uma experiência muito similar ao que ocorre na esfera federal.

Nesse sentido, o Sistema Unificado de Vigilância Epidemiológica (Suvepi) foi desenvolvido em parceria com o Instituto Metr pole Digital como resposta à necessidade de lidar com a falta de integra o de dados na saúde pública do Rio Grande do Norte. Seu principal objetivo   consolidar e processar informa es provenientes de três sistemas distintos: o Gerenciador de Ambiente Laboratorial (GAL), que se concentra em dados laboratoriais; o Sistema de Registro de Casos de Síndrome Gripal (eSUS-VE), com foco na aten o básica; e o Sistema de Informa o de Vigilância Epidemiológica (Sivepi), voltado para o nível hospitalar. Embora cada um desses sistemas tenha um propósito específico, todos compartilham a fun o de registrar e notificar agravos das informa es de vigilância, o que

pode gerar redundância e repetição de dados em virtude da ausência de integração entre eles. Com um investimento de mais de meio milhão, o Suvepi (Solução para Unificação de Dados Relativos à covid-19) foi implementado justamente para solucionar os problemas de inconsistência na coleta e no processamento desses dados, promovendo uma visão centralizada e integrada das informações.

Outro problema acarretado pela falta de integração é a ausência de dados íntegros e centralizados para análise da gestão – por estarem fragmentados e redundantes, apresentam dois fatores que podem levar a inconsistências. A tarefa de organizar, analisar e cruzar esses dados torna-se praticamente impossível, o que impossibilita, muitas vezes, a gestão da Sesap em qualificar de forma mais adequada os serviços de saúde e os recursos alocados para isso. Essa situação foi agravada no final de 2021, quando o Datasus sofreu um ataque cibernético. Entre diversas consequências relacionadas à segurança, várias plataformas e diversos sistemas de acesso a dados ficaram inoperantes. Durante o ocorrido, em meio à pandemia, um dos principais problemas enfrentados foi a dificuldade de grande parte da população de se deslocar ou acessar estabelecimentos devido à impossibilidade de comprovar informações essenciais à situação de seu esquema vacinal. Nesse período, os dados, além de inacessíveis, foram perdidos da base do Datasus (Brasil, 2022).

A Sesap/RN, por sua vez, acompanha constantemente as necessidades que a transformação digital impõe. Para tanto, busca por apoios e parcerias com as instituições de ensino e pesquisa na esfera estadual e federal. Nesse sentido, a Sesap/RN conta com o apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) por meio do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde (Lais/UFRN). O Lais/UFRN tem por meio de cooperação técnica e científica metas relevantes para a evolução e a melhoria na qualidade dos serviços prestados no âmbito da saúde, como: 1) a expansão do sistema de regulação; 2) o desenvolvimento de um sistema de gestão hospitalar próprio para Sesap/RN; e 3) a promoção da interoperabilidade entre os sistemas de informação de saúde no estado. Este último compõe os objetivos deste trabalho de mestrado profissional.

Adicionalmente, é importante destacar que os sistemas de informação em saúde do Ministério da Saúde do Brasil, em sua grande maioria, ainda apresentam baixa interoperabilidade, o que gera muitos retrabalhos e registros duplicados (redundantes), dificultando o processo de análise qualitativa dos dados gerados. Esse cenário é agravado pela recorrência de inconsistências e incompletudes, especialmente em sistemas como o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan), que frequentemente enfrentam problemas desse tipo. Esses desafios foram também apontados por Brito Pinto *et al.* (2022), que

destacam a necessidade de protocolos integrados e consistentes para melhorar a qualidade e a acessibilidade das informações de saúde pública no Brasil e em Portugal.

1.2 Objetivos

Apresentaremos, a seguir, os objetivos deste estudo.

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma arquitetura de interoperabilidade para os sistemas de informação e comunicação em saúde do RN, denominada Rede de Dados em Saúde do RN (RDS-RN), com objetivo de melhorar a disponibilidade dos dados – os quais poderão ser utilizados em uma visão integrada para apoiar a tomada de decisão pelas autoridades sanitárias do RN, além de ampliar a transparência e o controle social.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Investigar, na literatura, a implantação da interoperabilidade entre sistemas de informação em saúde.
- Identificar os requisitos mínimos para a construção da Rede de Dados em Saúde do Rio Grande do Norte (RDS-RN).
- Definir um modelo mínimo de dados interoperáveis pela RDS-RN.
- Definir e implementar os critérios de acesso a RDS-RN.
- Desenvolver a RDS-RN em cooperação com o Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde (Lais)/UFRN.
- Validar a RDS-RN como ferramenta para interoperabilidade de dados do ecossistema de saúde digital do estado do RN.

1.3 Estrutura da dissertação

Esta dissertação está organizada em sete seções, que foram estruturadas para fornecer uma visão detalhada e abrangente sobre o desenvolvimento da Rede de Dados em Saúde do Rio Grande do Norte (RDS-RN) e a importância da interoperabilidade para a transformação digital do SUS no estado.

Seção 1 – Introdução: apresenta a motivação, os objetivos e a relevância do estudo, situando o leitor no contexto dos desafios enfrentados pela saúde pública em termos de fragmentação de dados e necessidade de integração entre sistemas.

Seção 2 – Metodologia: apresenta o tipo de pesquisa adotado neste estudo.

Seção 3 – Referencial Teórico: são abordados os conceitos fundamentais sobre o Sistema Único de Saúde (SUS), a tecnologia no SUS, a estrutura e o papel do Datasus, além de tópicos detalhados sobre interoperabilidade e a Rede Nacional de Dados em Saúde (RNDS). Esse referencial é essencial para fundamentar a proposta da RDS-RN no contexto das iniciativas de saúde digital no Brasil.

Seção 4 – A Influência da Interoperabilidade na Transformação Digital da Saúde: explora a relevância da interoperabilidade para a modernização do SUS, abordando uma revisão de literatura sobre o impacto dessa integração na eficiência e na qualidade do atendimento em saúde.

Seção 5 – Arquitetura da RDS-RN: detalha a arquitetura da RDS-RN, incluindo os componentes tecnológicos, o modelo de gestão e os protocolos de segurança implementados. Explica como a estrutura foi pensada para garantir a interoperabilidade e a segurança dos dados entre os sistemas de saúde do RN.

Seção 6 – Discussões: apresenta uma análise crítica dos resultados, discutindo as contribuições da RDS-RN para a interoperabilidade e os desafios enfrentados durante o desenvolvimento e implementação do projeto.

Seção 7 – Conclusões: apresenta as conclusões do trabalho, destacando os principais resultados e as limitações do estudo. Também são propostas recomendações para futuras pesquisas e melhorias na RDS-RN, visando a expandir a rede e aprimorar sua integração com outras iniciativas de saúde digital.

2 METODOLOGIA

O projeto foi desenvolvido utilizando a metodologia de pesquisa-ação, de acordo com Tripp (2005). Esse autor destaca que essa metodologia apresenta características tanto da prática rotineira quanto da pesquisa científica, permitindo a resolução de problemas práticos por meio dos estudos. Isso ocorre em um processo de melhoria contínua do objeto estudado, que é incrementado e aprimorado a cada ciclo de desenvolvimento. Além disso, esse processo é orientado à ação, uma vez que o pesquisador busca o aprimoramento da mudança organizacional e, simultaneamente, estuda o processo, intervém no desenvolvimento e aperfeiçoa soluções tecnológicas, o que é especialmente relevante em contextos de saúde digital (Kokol *et al.*, 2022; Mukherjee *et al.*, 2023). Nesse sentido, foram utilizadas metodologias ágeis durante o processo de desenvolvimento da RDS-RN, pois, de acordo com Valentim (2021), trata-se de um modelo que pode atuar em consonância com a pesquisa-ação, principalmente ao lidar com tecnologias ou ecossistemas tecnológicos para a saúde.

Além disso, metodologias ágeis foram aplicadas ao longo do desenvolvimento da RDS-RN. O projeto foi dividido em *sprints*, cada uma com duração média de duas semanas, nas quais os desenvolvedores, em conjunto com os representantes das equipes de cada sistema, realizaram reuniões colegiadas técnicas para definir os requisitos mínimos de interoperabilidade. Desse modo, cada *sprint* contou com reuniões de planejamento, nas quais os responsáveis por cada *endpoint* apresentaram as demandas de integração e os critérios mínimos de dados para serem integrados na RDS-RN. As decisões foram validadas com base em critérios de segurança, performance e compatibilidade técnica, fator que garantiu que a integração fosse mais eficiente e segura.

Essas reuniões também serviram para validação contínua do sistema, o que garantiu que os ajustes pudessem ser feitos de forma ágil e mais adaptativa, conforme novas necessidades eram identificadas. Além disso, foram realizadas revisões e retrospectivas no final de cada *sprint* com o objetivo de ajustar o processo e melhorar o fluxo de trabalho entre as equipes técnicas e de gestão. Todo esse fluxo de atividade é induzidos e está em sinergia com a pesquisa-ação, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxo das reuniões do processo de trabalho



Fonte: elaborada pelo autor (2024)

O processo descrito na Figura 1 reflete a dinâmica desse ciclo. Inicialmente, foram realizadas reuniões de planejamento para identificar os requisitos mínimos de integração. Em seguida, durante as *sprints*, as soluções propostas eram implementadas e validadas continuamente por meio de testes e revisões, assegurando que os resultados fossem alinhados às necessidades práticas dos usuários e gestores.

2.1 Principais contribuições

A principal contribuição da RDS-RN é a criação de uma arquitetura centralizada e interoperável para o ecossistema de saúde digital do estado do Rio Grande do Norte. Isso permite que todas as informações relevantes sejam concentradas em uma única plataforma, capaz de interoperar não apenas os sistemas locais do RN mas também interagir com a Rede Nacional de Dados em Saúde (RNDS), sistema de terceiros (setor privado, por exemplo). Esse nível de interoperabilidade e integração entre sistemas heterogêneos trará benefícios, como a eliminação de retrabalhos e a redução de registros duplicados, fator determinante para que os gestores de saúde pública possam ter acesso mais fácil e oportuno à gestão das informações disponíveis no ecossistema de saúde digital do estado; além disso, possibilita a criação de portal de dados abertos para a comunidade científica. Ao evitar e/ou mitigar a fragmentação e a redundância de dados, a RDS-RN proporciona maior precisão, consistência e agilidade nos dados utilizados pelos profissionais de saúde e pela sociedade.

Ao centralizar os dados de saúde em uma única rede, a RDS-RN facilitará o acesso e a análise *on-time* das informações, o que permitirá que decisões mais qualificadas sejam tomadas oportunamente pelas autoridades sanitárias. Além disso, a integração com a RNDS induzirá melhores níveis de resiliência e responsividade ao ecossistema de saúde digital do estado, em caso de interrupções ou falhas nos sistemas de informação do Ministério da Saúde do Brasil. Portanto, garante que os serviços de saúde do RN continuem operando de forma eficiente, visto que há mais uma camada de tolerância a falhas.

Para a população, isso significa maior continuidade e qualidade no atendimento, com redução de atrasos ou interrupções no acesso a serviços essenciais, como consultas, exames e cirurgias. Além disso, permitirá que profissionais de saúde tenham acesso rápido e seguro ao histórico médico dos pacientes, o que contribuirá para diagnósticos mais precisos e tratamentos mais adequados.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, detalharemos o Sistema Único de Saúde e os sistemas de dados ligados a ele.

3.1 Sistema Único de Saúde (SUS) do Brasil

O Sistema Único de Saúde (SUS) é um dos maiores e mais complexos sistemas públicos de saúde do mundo. Criado pela Constituição Federal de 1988, ele é um modelo de saúde pública universal, ofertando serviço gratuito e de qualidade para todos os brasileiros, independentemente da sua condição financeira ou social. Segundo Massuda *et al.* (2023), o SUS enfrenta grandes desafios, especialmente após um governo de extrema-direita, mas continua sendo essencial para garantir o direito à saúde no Brasil e promover a equidade no acesso aos serviços de saúde. Com uma rede de serviços distribuídos em todo o país, o SUS é responsável por garantir acesso à saúde de forma igualitária, integral e com a participação da comunidade (Brasil, 1990).

Segundo informações do Ministério da Saúde contidas na publicação *O SUS de A a Z* (Brasil, 2009), a história do SUS no Brasil começa na década de 1920, com a criação das Caixas de Aposentadoria e Pensão (CAPs) que tinham a responsabilidade de oferecer assistência médica aos trabalhadores. Ao longo das décadas seguintes, outras iniciativas foram surgindo, como os Institutos de Aposentadoria e Pensão (IAPs) e os Serviços Especiais de Saúde Pública (SESPs), mas sempre de forma fragmentada e com pouca articulação entre si.

Foi apenas com a promulgação da Constituição Federal de 1988 que o Brasil passou a contar com um sistema de saúde universal, com base nos princípios da universalidade, integralidade e equidade. A criação do SUS representou um avanço na consolidação dos direitos sociais, assegurando que a saúde seja um direito de todos e um dever do Estado (Brasil, 1988).

O SUS é financiado por recursos provenientes das três esferas de governo (federal, estadual e municipal), além de contar com a contribuição da sociedade por meio de impostos e taxas. Os recursos são destinados para o financiamento de ações e serviços de saúde em todo o território nacional, incluindo prevenção, promoção, recuperação e reabilitação da saúde (Brasil, 2009).

A organização do SUS é feita em níveis de atenção, que vão desde a atenção primária até a atenção de alta complexidade. Os serviços são oferecidos em unidades de saúde como

postos de saúde, hospitais, prontos-socorros e outros. O SUS também conta com programas específicos para atender demandas de saúde prioritárias, como o Programa Nacional de Imunizações, que garante a vacinação gratuita a toda a população (Brasil, 2009).

Apesar de suas conquistas, o SUS ainda enfrenta muitos desafios, como a falta de recursos, a má gestão e a falta de infraestrutura adequada em algumas regiões do país. O sistema é uma importante conquista da sociedade brasileira, e sua manutenção e seu aprimoramento são fundamentais para garantir o acesso universal e integral à saúde no país.

3.2 Tecnologia no SUS

A utilização de tecnologia na saúde tem se tornado cada vez mais comum em todo o mundo, o que permite avanços significativos nessa área, bem como na qualidade e eficiência dos serviços de saúde prestados. No Brasil, essa tendência não é diferente, e a tecnologia vem sendo incorporada ao Sistema Único de Saúde (SUS) para melhorar o atendimento aos pacientes e otimizar os processos de gestão. Segundo Bender *et al.* (2024), o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no SUS, especialmente na Atenção Primária à Saúde, tem mostrado potencial para ampliar o acesso e a qualidade do atendimento, contribuindo para uma rede de atenção mais eficiente e integrada.

Uma das principais aplicações da tecnologia na saúde é o prontuário eletrônico do paciente (PEP), que substituiu os antigos prontuários em papel e tem como objetivo reunir todas as informações relevantes do paciente em um único sistema integrado. O PEP permite que os profissionais de saúde acessem o histórico médico dos pacientes com facilidade, aumentando a qualidade do atendimento, além de facilitar o compartilhamento de informações entre os profissionais e a integração das diferentes áreas da saúde (Gubiani; Rocha; D'ornellas, 2003).

Outro avanço importante na utilização da tecnologia na saúde é a telemedicina, que possibilita a realização de consultas e exames a distância, facilitando o acesso aos serviços de saúde em regiões remotas, reduzindo o tempo de espera para atendimento. Além disso, a telemedicina permite o acompanhamento dos pacientes de forma mais eficiente, com o monitoramento a distância (Brasil, 2022).

A tecnologia também vem sendo utilizada na área de gestão de saúde, por meio de sistemas de informações em saúde, que permitem o monitoramento e o gerenciamento de dados epidemiológicos e assistenciais, possibilitando a tomada de decisões mais embasadas e efetivas (Brasil, 2004). Apesar disso, é importante ressaltar que a incorporação da tecnologia

na saúde no Brasil ainda enfrenta desafios, como a falta de investimento em infraestrutura e capacitação dos profissionais de saúde, bem como a falta de padronização de sistemas e de interconectividade entre eles (Silva *et al.*, 2015).

Diante do exposto, a tecnologia na saúde no Brasil tem trazido avanços significativos para o setor, contribuindo para a melhoria da qualidade do atendimento e a gestão dos serviços de saúde. Em contrapartida, ainda há desafios a ser enfrentados para que a tecnologia seja plenamente incorporada e utilizada de forma efetiva no país (Silva *et al.*, 2015).

3.3 Departamento de Informação e Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus)

O Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus) foi estabelecido em 1991, com a criação da Fundação Nacional de Saúde (Funasa), tendo suas competências formalizadas para prover os órgãos do SUS de sistemas de informação e suporte de informática necessários ao processo de planejamento, operação e controle (Brasil, 2024). Ao longo de quase 25 anos de atuação, o Datasus desenvolveu mais de 200 sistemas que auxiliam diretamente o Ministério da Saúde na construção e no fortalecimento do SUS, adaptando-se às necessidades dos gestores e incorporando novas tecnologias (Brasil, 2024).

O Datasus dispõe de duas salas-cofre em Brasília e no Rio de Janeiro para hospedar os servidores de rede que mantêm a maioria dos sistemas do Ministério da Saúde. Além disso, sua estrutura de armazenamento de dados é capaz de conter informações sobre a saúde de toda a população brasileira (Brasil, 2024).

As competências definidas para o Datasus incluem o fomento, a regulamentação e a avaliação das ações de informatização do SUS, o desenvolvimento e a pesquisa de tecnologias de informática, a definição de padrões e normas para transferência de informações, entre outras (Brasil, 2024). Essas iniciativas são parte dos esforços do governo brasileiro para promover a modernização do SUS por meio da tecnologia da informação, contribuindo para uma gestão mais eficiente e uma melhor prestação de serviços de saúde à população.

3.4 Interoperabilidade

Em 2017, o Ministério da Saúde lançou a Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (PNIIS), que estabeleceu diretrizes para a interoperabilidade de sistemas na área de saúde. Esse esforço reflete a crescente necessidade de integração e padronização dos dados de saúde no Brasil, uma vez que os prontuários eletrônicos e outros

sistemas ainda enfrentam desafios tecnológicos significativos para alcançar plena interoperabilidade e segurança dos dados (Barbalho *et al.*, 2022). A política tem como objetivo promover o uso de padrões de dados e terminologia, além de garantir a interoperabilidade técnica entre os sistemas de saúde. Além disso, em 2018, foi criado o Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais (SisNAGIT), que tem como objetivo integrar informações de diferentes sistemas para apoiar a tomada de decisões em saúde (Brasil, 2018a).

A interoperabilidade é a capacidade de diferentes sistemas e dispositivos de tecnologia da informação trabalharem juntos de forma eficiente e efetiva, compartilhando informações e dados entre si. Esse conceito é de extrema importância em ambientes de saúde, pois a integração de dados de diferentes sistemas pode ajudar a melhorar a qualidade do atendimento, a reduzir erros médicos e a aumentar a eficiência operacional (Brasil, 2016; Vorisek *et al.*, 2022). Estudos demonstram que padrões como o Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR) têm um papel fundamental em promover a interoperabilidade em saúde, facilitando o intercâmbio de dados e aprimorando a pesquisa e a prática clínica (Torab-Miandoab *et al.*, 2023).

O programa do Governo Eletrônico Brasileiro também define padrões de interoperabilidade. Nesse caso,

Interoperabilidade pode ser entendida como uma característica que se refere à capacidade de diversos sistemas e organizações trabalharem em conjunto (interoperar) de modo a garantir que pessoas, organizações e sistemas computacionais interajam para trocar informações de maneira eficaz e eficiente (Brasil, 2018).

Na área de saúde segundo Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (Brasil, 2016), a interoperabilidade de sistemas é especialmente importante, uma vez que a troca de informações entre diferentes sistemas de saúde pode ajudar a melhorar a qualidade do atendimento, a reduzir os erros médicos e a aumentar a eficiência operacional. Por exemplo, a interoperabilidade pode permitir que os dados de um paciente sejam acessados em diferentes pontos de atendimento, como hospitais, clínicas e consultórios médicos, facilitando a coordenação do atendimento e a tomada de decisões clínicas. Essa capacidade é especialmente relevante no contexto brasileiro, cujos registros eletrônicos de saúde ainda enfrentam desafios para garantir uma integração eficaz e contínua entre diferentes sistemas de saúde (Barbalho *et al.*, 2022).

No Brasil, a interoperabilidade de sistemas na área de saúde tem sido uma preocupação crescente nas últimas décadas. Em 2011, o Ministério da Saúde criou o Programa Nacional de Telessaúde (PNTS), que tinha como objetivo promover a integração e a interoperabilidade dos sistemas de saúde em todo o país. Desde então, várias iniciativas têm sido desenvolvidas para melhorar a interoperabilidade de sistemas no Brasil. Segundo Paixão *et al.* (2022), a teleconsultoria tem desempenhado um papel importante na ampliação do acesso a serviços de saúde e no fortalecimento da interoperabilidade, especialmente na área de saúde bucal. Além disso, Paiva *et al.* (2018) destacam que o monitoramento e a avaliação contínua dos resultados do PNTS, com o uso de arquiteturas orientadas a serviços como a Smart¹, têm sido fundamentais para otimizar e avaliar o impacto do programa no país.

Apesar disso, a interoperabilidade de sistemas ainda é um desafio no Brasil, principalmente devido à complexidade do sistema de saúde brasileiro, que envolve uma grande variedade de prestadores de serviços, sistemas de informação e regulamentações. Essa diversidade dificulta a integração entre sistemas, como destacado por Coelho Neto, Andrezza e Chioro (2021) no estudo sobre o e-SUS Atenção Primária, que evidenciou barreiras significativas na comunicação e no compartilhamento de dados entre os sistemas nacionais de saúde.

Além disso, muitos sistemas de saúde no Brasil ainda utilizam registros em papel, o que dificulta ainda mais a integração e o compartilhamento de dados entre diferentes plataformas digitais. Essa prática limita a interoperabilidade e torna o processo de troca de informações menos eficiente e mais propenso a erros (Brasil, 2018). Neto também destaca a relevância da troca de informações entre sistemas heterogêneos, ressaltando que ela pode melhorar a qualidade do atendimento, reduzir os erros médicos e aumentar a eficiência operacional dos sistemas de saúde, como no caso do SUS no Brasil (Fornazin; Rachid; Coelho Neto, 2022).

3.5 Rede Nacional de Dados em Saúde (RNDS)

Conforme informações do Ministério da Saúde (Brasil, 2024), o governo federal tem utilizado diferentes focos para tentar minimizar a fragmentação de sistemas e informações na área da saúde. Uma das estratégias é a estruturação dos dados coletados, que devem ter identificadores únicos associados, como uma instituição de saúde, um profissional, uma

¹ Specific (Específico), Measurable (Mensurável), Achievable (Alcançável), Relevant (Relevante) e Time based (Temporal).

equipe ou um usuário, dependendo da finalidade pretendida. Essa abordagem é parte de uma estratégia maior de saúde digital, que visa a integrar sistemas para fortalecer o papel do usuário e melhorar a coordenação dos cuidados. Segundo Haddad e Lima (2024), a saúde digital no SUS tem avançado com o objetivo de tornar o sistema mais unificado e eficiente, enquanto iniciativas como a Rede Nacional de Dados em Saúde e o Conecte SUS colocam o usuário como protagonista do cuidado, promovendo o acesso e o compartilhamento de dados em saúde (Silva Souza *et al.*, 2023). A esse respeito, Moura Júnior (2021) também destaca a Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020-2028, que almeja expandir a interoperabilidade e fortalecer o ecossistema de saúde digital no país.

Outra ação é a integração dos dados já coletados em diferentes bases, utilizando ferramentas de Tecnologia da Informação, como os sistemas de *Business Intelligence*. Além disso, tem-se buscado a integração das interfaces de captação dos dados em nível local ou regional dos serviços de saúde (Mettler; Vimarlund, 2009). Por fim, a interoperabilidade é outra possibilidade, uma vez que consiste em realizar conexões entre os sistemas para padronizar e otimizar o envio de mensagens ou arquivos entre eles, bem como padronizar termos e estruturar a informação (Braunstein, 2018; Marin *et al.*, 2022; Paiva *et al.*, 2018). Essas medidas visam a garantir uma gestão mais eficiente e integrada da informação em saúde no país.

De acordo com Coelho Neto, Andreazza e Chioro (2021), a individualização das bases de dados nacionais pode ser problemática porque isso possibilita a fragmentação das informações e dificultar a integração entre diferentes sistemas de saúde. Isso ocorre porque cada sistema pode ter sua própria base de dados, com diferentes identificadores e formatos de dados, o que torna difícil a comparação e a integração de informações. Além disso, a individualização das bases de dados permite inconsistência nos dados coletados e dificultar a identificação de tendências e padrões em nível nacional (Barbalho *et al.*, 2022).

Outro problema apontado por Coelho Neto, Andreazza e Chioro (2021) é que a individualização pode dificultar a implementação de políticas de saúde em nível nacional, já que possibilita haver dificuldades na coleta e no compartilhamento de informações entre diferentes sistemas. Por exemplo, se um paciente é atendido em uma unidade de saúde de uma cidade e depois precisa de atendimento em outra cidade, pode haver dificuldades para o novo profissional de saúde acessar o histórico médico do paciente se os sistemas utilizados pelas duas unidades de saúde não estiverem integrados.

Por isso, é importante que haja uma padronização e a integração das bases de dados nacionais em saúde, de forma a garantir uma gestão mais eficiente e integrada da informação

em saúde no país. A integração entre sistemas de informação possibilita uma melhor coordenação e o planejamento de políticas de saúde, além de contribuir para a melhoria da qualidade do atendimento ao paciente (Barbalho *et al.*, 2022).

4 A INFLUÊNCIA DA INTEROPERABILIDADE NA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DA SAÚDE

Na perspectiva de fornecer embasamento sobre a interoperabilidade nos Sistemas de Informação em Saúde (SIS) para o desenvolvimento da RDS (Rede de Dados em Saúde) do Estado do Rio Grande do Norte, foi desenvolvida uma revisão sistemática que aborda que a influência da interoperabilidade na transformação digital em saúde. Essa revisão foi executada por meio da elaboração de um protocolo que segue as diretrizes metodológicas propostas por Kitchenham (2004) para revisões sistemáticas, além de aderir ao checklist Prisma (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

O objetivo dessa revisão consiste em realizar uma análise abrangente das práticas de interoperabilidade em saúde, identificando os avanços alcançados e delineando o caminho futuro a seguir. Além disso, os objetivos específicos incluem: i) investigar a influência da interoperabilidade na transformação digital da saúde pública; ii) identificar os modelos adotados para promover a interoperabilidade entre sistemas de saúde; iii) destacar os sucessos alcançados em iniciativas de interoperabilidade; iv) identificar áreas para aprimoramento e inovação na interoperabilidade em saúde; e v) analisar as principais dificuldades encontradas na implementação da interoperabilidade em sistemas de saúde. Para alcançar o objetivo proposto, foram definidas quatro questões de pesquisa que delineiam os principais aspectos a ser investigados neste estudo sobre interoperabilidade em saúde (Quadro 1).

Quadro 1 – Questões de pesquisa

QP	Descrição
01	Quais as soluções adotadas para promover a interoperabilidade entre sistemas de saúde?
02	Quais plataformas/ferramentas estão sendo incorporadas à interoperabilidade?
03	Quais os principais desafios enfrentados na promoção da interoperabilidade em sistemas de saúde?

Fonte: autoria própria

O protocolo dessa revisão foi realizado em três etapas principais, a saber: (i) identificação e organização dos artigos; (ii) triagem de artigos através de critérios de inclusão e exclusão; e (iii) análise dos artigos com base em critérios de qualidade. Na primeira etapa (i), a busca bibliográfica foi realizada em artigos publicados entre o período de 2013 e 2024, nas bases de dados Scopus, Scielo, PubMed, Web of Science, IEEEXplore e ScienceDirect. Foram utilizados termos de busca como *Health Information Interoperability AND E-health*

OR Digital Health AND Health Technology OR Health Information. Essa etapa inicial resultou na seleção de um conjunto preliminar de artigos.

Na etapa de triagem dos artigos (ii), a partir do conjunto resultante da etapa (i), foram estabelecidos três critérios de inclusão (CI) e cinco critérios de exclusão (CE), conforme apresentados no Quadro 2, a seguir.

Quadro 2 – Critérios de inclusão e exclusão

N	Critério de Inclusão (CI)	Critério de Exclusão (CE)
01	Artigos publicados de 2013 a 2024	Artigos duplicados
02	Artigos publicados em Journals, originais ou artigos de pesquisa	Estudos que não contribuem diretamente para a compreensão da interoperabilidade em saúde
03	Artigos das áreas de tecnologia, engenharia e/ou ciência da computação	Estudos que não abordam diretamente a interoperabilidade, modelos de interoperabilidade e transformação digital da saúde
04	-	Artigos secundários, artigos de revisão, capítulo de livros
05	-	Artigos incompletos ou que não teve acesso

Fonte: autoria própria

Os artigos que abordavam diretamente o foco da revisão foram selecionados para análise, enquanto estudos que não tratavam da interoperabilidade ou de modelos relacionados à transformação digital na saúde foram excluídos. Vale destacar que, antes da definição do protocolo desta revisão, uma análise preliminar dos artigos de conferências foi realizada. Dadas a maturidade dos estudos e a abordagem metodológica e tecnológica adotada, optou-se por incluir apenas artigos publicados em periódicos. Após a aplicação dos critérios de inclusão, o processo de exclusão foi realizado com base na análise do título, do resumo e das palavras-chave, visando a remover artigos inelegíveis, especialmente aqueles que não continham termos específicos de interesse para a revisão. Essa triagem foi conduzida utilizando o aplicativo Rayyan. Após essa etapa, todos os artigos foram revisados por três autores.

Na etapa (iii), os artigos elegíveis foram lidos integralmente com base no protocolo de Avaliação de Qualidade (QA) e seus respectivos critérios. Ver Quadro 3, a seguir.

Quadro 3 – Critérios de avaliação de qualidade

QA	Descrição
01	O estudo aborda detalhadamente o campo de interoperabilidade?
02	O estudo tem um objetivo de pesquisa bem definido e/ou questões baseadas na literatura relacionada?
03	O estudo apresenta detalhadamente algum método, técnica, ferramenta ou solução de integração?
04	O estudo descreve a solução adotada?
05	O estudo apresenta o impacto da solução adotada?

Fonte: autoria própria

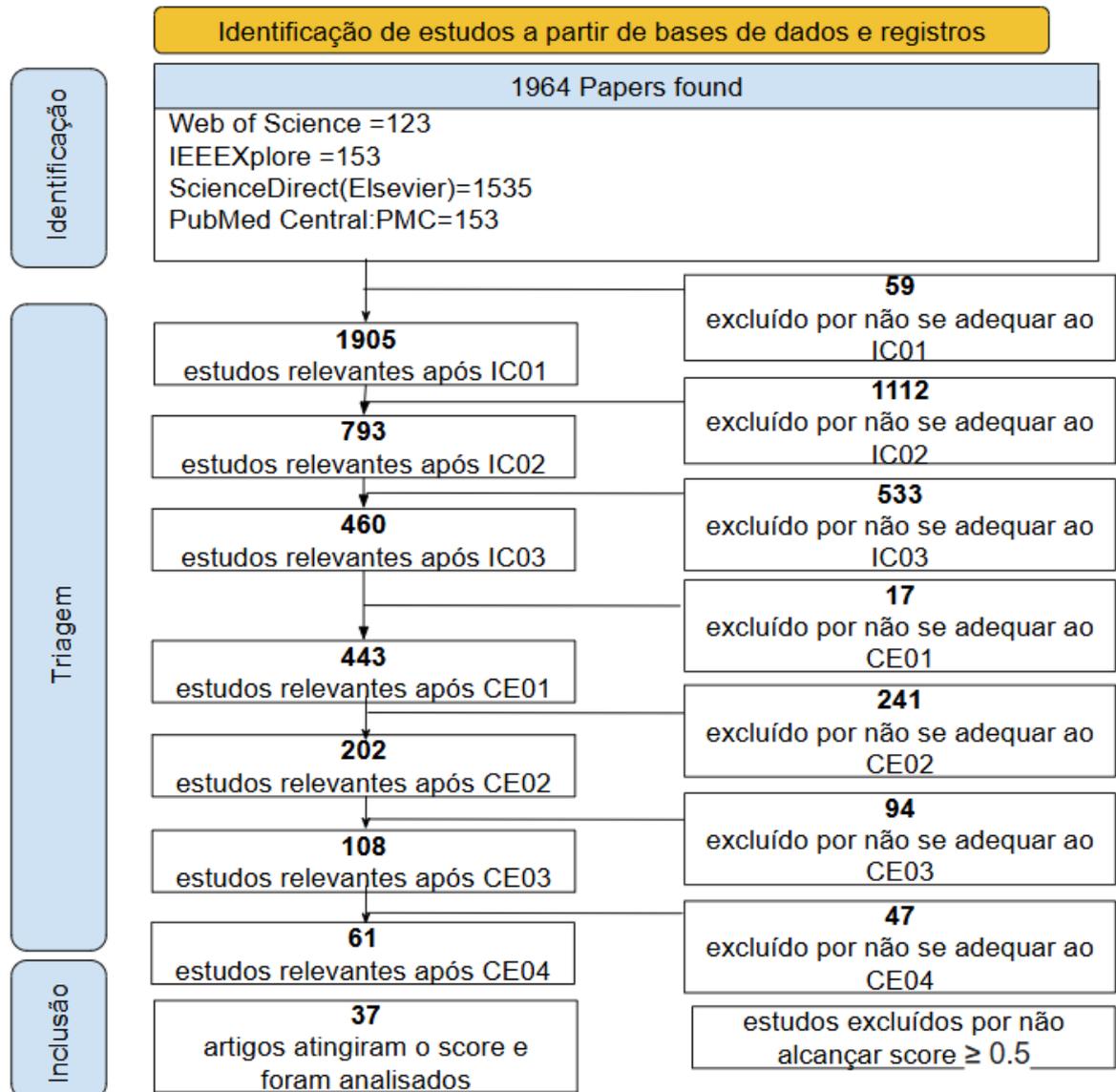
Durante a QA, foi atribuída uma pontuação a cada critério, refletindo a relevância do artigo para esta revisão. As pontuações foram distribuídas com pesos, variando de 1,0 (que indica maior relevância) a 0 (para os casos menos relevantes), de acordo com os critérios de QA aplicados aos estudos primários.

$$QA = \begin{cases} 1, & \text{sim, descreve completamente,} \\ 0,5, & \text{sim, descreve parcialmente,} \\ 0, & \text{não descreve.} \end{cases}$$

Para cada artigo, foi calculada uma pontuação utilizando a média aritmética das pontuações dos critérios QA. Apenas artigos com pontuação maior ou igual a 0.5 ($0.5 \leq \text{score}$) foram incluídos na pesquisa final.

Os registros de cada etapa bem como os dados extraídos dos artigos foram devidamente documentados em planilhas e analisados com o auxílio da plataforma Rayyan. Informações como ano de publicação, autores e respostas potenciais às perguntas de pesquisa foram extraídas para a análise final e para atingir os objetivos desta revisão sistemática. Os detalhes da execução do protocolo estão disponíveis na Figura 2, a seguir.

Figura 2 – Fluxograma Prisma 2020 para apresentação do processo de seleção dos estudos ao longo de uma revisão sistemática



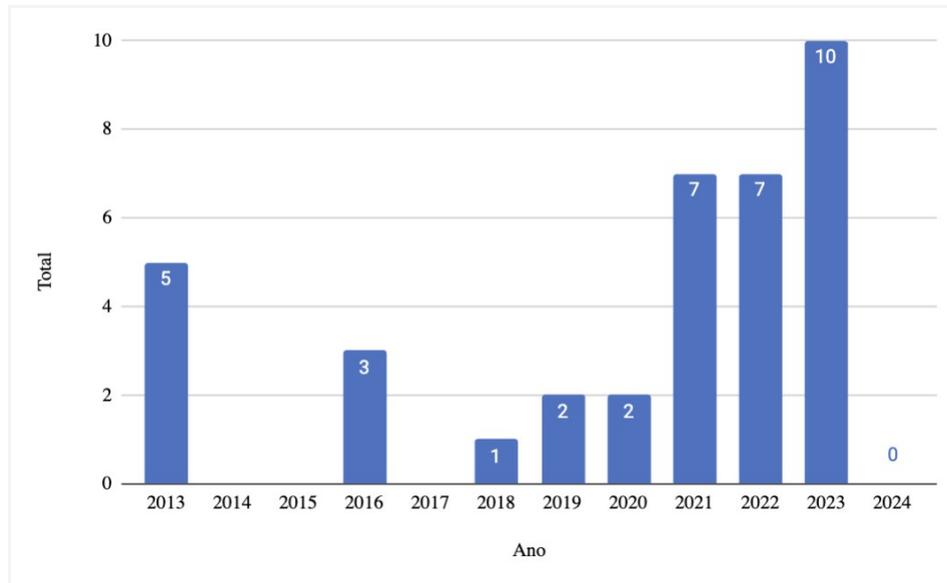
Fonte: autoria própria

4.1 Resultados do estudo

Após a execução do protocolo de pesquisa, foram identificados 37 artigos abordando as temáticas de interoperabilidade em sistemas de saúde. Desses, 23 estudos têm por foco padrões como HL7 e FHIR; 8 discutem a aplicação de *blockchain*; e os demais utilizam diferentes metodologias e modelos de integração, como soluções baseadas em ontologias para promover interoperabilidade ou Framework de Integração e Publicação de Dados, utilizando modelo lógico para compartilhamento de dados. Esta análise inicial demonstra uma preocupação significativa com a padronização e a segurança dos dados de saúde, aspectos

centrais para a interoperabilidade entre diferentes sistemas. A Figura 3, a seguir, apresenta a distribuição anual dos artigos analisados.

Figura 3 – Total de artigos selecionados por ano



Fonte: autoria própria

Diante desse cenário, surgem questões importantes que precisam ser respondidas para avaliar o impacto da interoperabilidade na transformação digital da saúde no estado. Por exemplo, é fundamental entender quais soluções estão sendo adotadas para promover a interoperabilidade entre sistemas de saúde e quais desafios ainda precisam ser superados. Além disso, investigar quais plataformas e ferramentas estão sendo utilizadas pode oferecer *insights* valiosos sobre os caminhos para uma integração eficaz.

4.2 QP01 – Quais as soluções adotadas para promover a interoperabilidade entre sistemas de saúde?

As soluções adotadas para promover a interoperabilidade entre sistemas de saúde variam de padrões estabelecidos a abordagens personalizadas. Entre os artigos analisados, o padrão HL7 FHIR foi o mais frequentemente mencionado, sendo discutido em 23 artigos, ou seja, aproximadamente 60% dos estudos analisados (Allones *et al.*, 2013; Alves *et al.*, 2018; Bennett *et al.*, 2023; Chatterjee; Pahari; Prinz, 2022; Gierend *et al.* 2023; González-Castro *et al.*, 2021; Jardim, 2013; Khan *et al.*, 2013; Kiourtis; Mavrogiorgou; Kyriazis, 2022; Kohler *et*

al., 2023; Lanzola *et al.*, 2023; Murugan *et al.*, 2021; Nsaghurwe *et al.*, 2021; Pavão *et al.*, 2023; Pedrera-Jiménez *et al.*, 2023; Rigas *et al.*, 2023; Rinty; Prodan; Rahman, 2022; Rosa *et al.*, 2019; Rubí; Gondim, 2019; Rubio *et al.*, 2016; Ryu *et al.*, 2020; Seong *et al.*, 2021; Yoo *et al.*, 2022). Esse padrão facilita a troca de dados clínicos entre sistemas heterogêneos, sendo amplamente utilizado em diferentes contextos.

Além do FHIR, tecnologias de suporte, como o blockchain, foram mencionadas em 8 artigos (24%), destacando-se como uma solução promissora para garantir a segurança e a integridade dos dados durante a troca de informações (Arulmozhi; Sheeba; Pradeep Devaneyan, 2023; Cunha *et al.*, 2022; Gohar; Abdelmawgoud; Farhan, 2022; Guimarães *et al.*, 2023; Kumar; Chand, 2021; Lodha *et al.*, 2023; Oliveira *et al.*, 2021; Pavão *et al.*, 2023). O openEHR e soluções baseadas em ontologias também foram utilizados nos estudos, oferecendo uma abordagem detalhada para a modelagem de dados clínicos e promovendo a interoperabilidade semântica (Bae; Yi, 2022; Cardoso de Moraes *et al.*, 2016; Kassem *et al.*, 2020; Lasierra *et al.*, 2013; Li *et al.*, 2021; Marco-Ruiz *et al.*, 2016; Sinaci; Erturkmen, 2013).

4.3 QP02 – Quais plataformas/ferramentas estão sendo incorporadas à interoperabilidade?

Tecnologias emergentes, como blockchain, IoT (Internet of Things) e cloud computing estão sendo incorporadas em *frameworks* inovadores para resolver problemas de interoperabilidade. Um exemplo é o Patient-Centric Healthcare Framework (PCH), desenvolvido por Gohar, Abdelmawgoud e Farhan (2022), que é estruturado em cinco camadas distintas a fim de assegurar a interoperabilidade semântica em sistemas de saúde. Esse *framework* integra *blockchain* para garantir a segurança e a integridade dos dados, IoT para coleta de dados em tempo real, e *cloud computing* para armazenamento e processamento escalável. Juntas, essas tecnologias asseguram a interoperabilidade semântica e a eficiência operacional, facilitando a troca de informações entre diferentes plataformas.

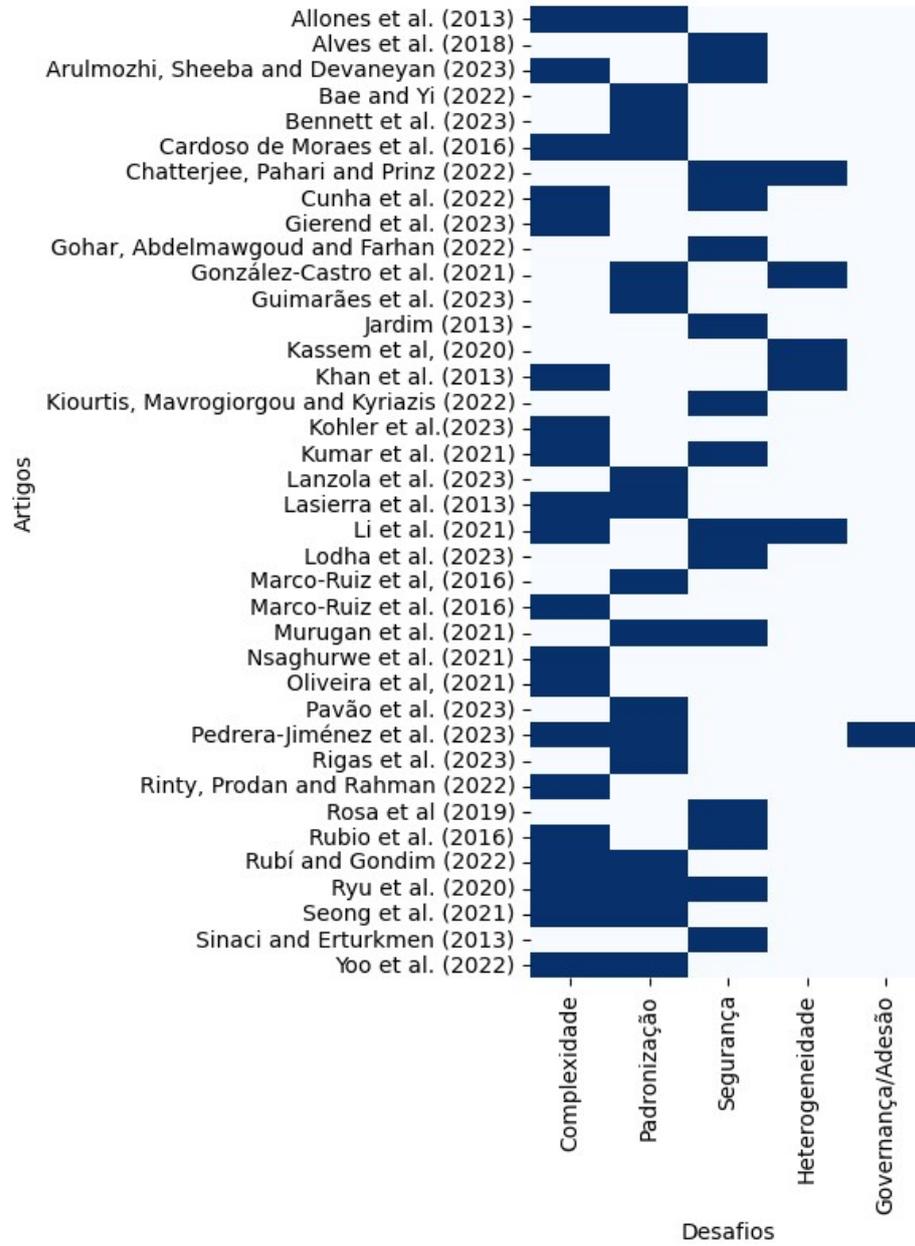
Outra inovação importante ocorre no campo da interoperabilidade entre Registros Pessoais de Saúde (PHR) e Registros Eletrônicos de Saúde (EHR). Brito Pinto *et al.* (2022) apresentam uma implementação *proof-of-concept* que combina HL7 FHIR e SNOMED-CT para alcançar interoperabilidade semântica e estrutural. Utilizando um servidor HAPI FHIR, essa solução assegura uma comunicação bidirecional e consistente entre PHR e EHR, além de implementar mecanismos de segurança robustos para proteger a troca de dados.

A integração de dispositivos médicos com sistemas de informação de saúde também tem sido uma área de foco. Lasierra *et al.* (2013) exploram o uso da Internet of Medical Things (IoMT) para agregar e processar dados de saúde. A proposta inclui uma arquitetura baseada no OneM2M, que utiliza diversos protocolos de comunicação (CoAP, MQTT e REST) para assegurar a interoperabilidade entre dispositivos IoMT e sistemas de saúde. A padronização dos dados com FHIR e a separação da semântica médica da representação de dados com OpenEHR são aspectos fundamentais dessa solução.

4.4 QP03 – Quais os principais desafios enfrentados na promoção da interoperabilidade em sistemas de saúde?

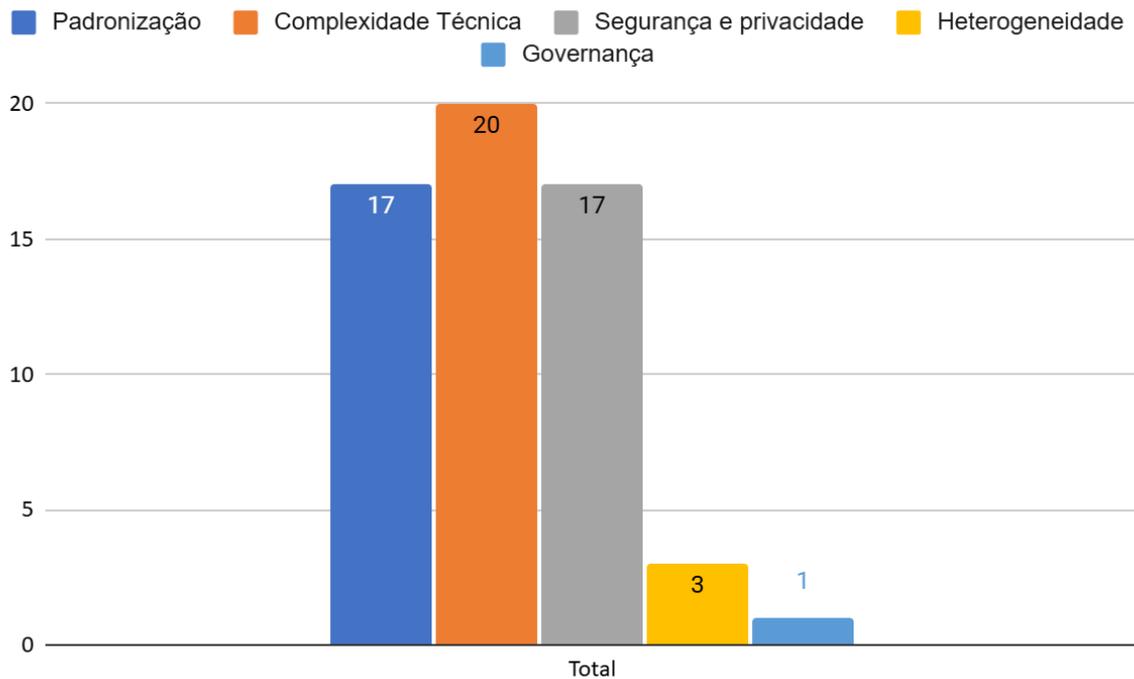
A promoção da interoperabilidade em sistemas de saúde enfrenta desafios substanciais, mesmo com as soluções tecnológicas avançadas disponíveis. Diante do conjunto de artigos analisados nesta revisão, as principais dificuldades existentes estão relacionadas à falta de padronização, à complexidade técnica, à segurança e privacidade dos dados, à governança e adesão e heterogeneidade das fontes de dados. As Figuras 4 e 5 apresentam os desafios abordados em cada artigo analisado e o total de artigos por desafios.

Figura 4 – Desafios abordados em cada artigo analisado



Fonte: autoria própria

Figura 5 - Total de artigos por desafios encontrados



Fonte: autoria própria

Um dos maiores obstáculos é a complexidade técnica, mencionada em 20 artigos analisados. Como citado anteriormente, a integração de tecnologias emergentes – como *blockchain*, Internet das Coisas Médicas (IoMT) e computação em nuvem – exige uma infraestrutura robusta e conhecimentos especializados. Essa barreira técnica muitas vezes impede a adoção generalizada de soluções interoperáveis, principalmente em ambientes com sistemas legados que precisam se adaptar às novas exigências sem comprometer a segurança ou a eficiência operacional. Esses fatores tornam a implementação da interoperabilidade mais desafiadora e exigem esforços contínuos para que essas tecnologias se tornem acessíveis e eficazes.

Em sistemas de saúde, nos quais os dados são altamente sensíveis, garantir uma troca segura de informações entre plataformas é uma prioridade. Nesse caso, 15 artigos consideram que é essencial superar desafios relacionados à segurança e à privacidade dos dados desses sistemas. A falta de padronização também foi identificada como um fator crítico, sendo mencionada em 17 artigos. Embora existam padrões globais amplamente aceitos, como o HL7 e o FHIR, sua adoção ainda não é uniforme entre instituições e regiões. A ausência de uma padronização ampla dificulta a comunicação eficiente entre sistemas de saúde, comprometendo a interoperabilidade semântica e estrutural. A diversidade de formatos e estruturas de dados entre diferentes sistemas de saúde complica a troca de informações. A

padronização e a normalização dos dados são vistas como soluções essenciais para superar esse obstáculo, facilitando uma interoperabilidade mais fluida e eficaz entre diferentes instituições. Além dos desafios citados, aborda-se a questão da governança e da adesão como outro desafio importante. A falta de uma governança sólida e o baixo nível de adesão por parte dos gestores e profissionais de saúde limitam o sucesso das iniciativas de interoperabilidade.

Apesar de todos esses desafios, algumas abordagens inovadoras estão emergindo como soluções promissoras. Hackathons e frameworks baseados em *blockchain*, IoT e *cloud computing*, assim como a integração de sistemas legados com novas arquiteturas mostram-se como formas criativas e eficazes de superar as barreiras à interoperabilidade. Apesar disso, para que essas soluções sejam amplamente adotadas, é necessário superar os desafios mencionados e garantir um compromisso contínuo com a padronização e a segurança dos dados.

4.5 Discussões

A interoperabilidade em sistemas de saúde tem evoluído significativamente, especialmente com o avanço de tecnologias emergentes como *blockchain*, IoT e computação em nuvem. Observa-se que, embora padrões globais como Health Level 7 (HL7) e Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR) sejam amplamente adotados para promover a integração entre sistemas, a segurança dos dados ainda é uma preocupação crucial, especialmente em ambientes nos quais existem informações sensíveis de pacientes.

O uso de *blockchain* tem se destacado como solução, principalmente devido à sua capacidade de garantir a segurança e a privacidade dos dados. Diferentemente do HL7, que foca primariamente na interoperabilidade, a *blockchain* oferece uma camada adicional de proteção, que assegura que os dados sejam imutáveis e acessados apenas por partes autorizadas, sendo necessário o consentimento de uso. Segundo Cunha *et al.* (2022), a abordagem de *blockchain* permissionada utilizando dados abertos em saúde permite um controle seguro e eficiente do acesso às informações, além de fortalecer a confiança no sistema ao possibilitar que os pacientes tenham autonomia sobre quem pode acessar seus dados de saúde.

Além disso, *frameworks* que integram tecnologias como IoMT (Internet of Medical Things) e *cloud computing* têm ampliado a capacidade de monitoramento em tempo real e processamento de grandes volumes de dados, o que permite uma integração mais fluida entre

dispositivos médicos e sistemas de saúde. Esses *frameworks*, ao utilizarem protocolos e padrões como FHIR, garantem não só a comunicação eficiente mas também a adaptação às necessidades dinâmicas dos ambientes de saúde.

Apesar disso, os desafios persistem. A falta de padronização entre os sistemas de saúde em diferentes regiões e a heterogeneidade das fontes de dados continuam sendo barreiras para a plena implementação da interoperabilidade. Além disso, a governança dos dados e a adesão das equipes de gestão são fundamentais para o sucesso das soluções propostas, uma vez que a simples adoção de novas tecnologias não garante o êxito sem o devido suporte organizacional e financeiro.

Em suma, as soluções para interoperabilidade em saúde estão cada vez mais avançadas, mas exigem um equilíbrio entre inovação tecnológica e governança robusta, um conjunto estruturado de políticas, processos e *frameworks* que garante a gestão eficaz, segura e ética de sistemas e dados. O futuro da interoperabilidade depende de esforços contínuos para superar barreiras de padronização e garantir que as soluções propostas sejam eficazes e seguras. Nesse contexto, a Rede de Dados em Saúde do Rio Grande do Norte (RDS-RN) surge como uma alternativa promissora, com potencial para solucionar os desafios identificados nesta revisão e contribuir significativamente para o avanço da interoperabilidade dos Sistemas de Informação em Saúde no Brasil, fator que favorece a troca de informações seguras e íntegras entre plataformas diferentes e heterogêneas.

5 ARQUITETURA

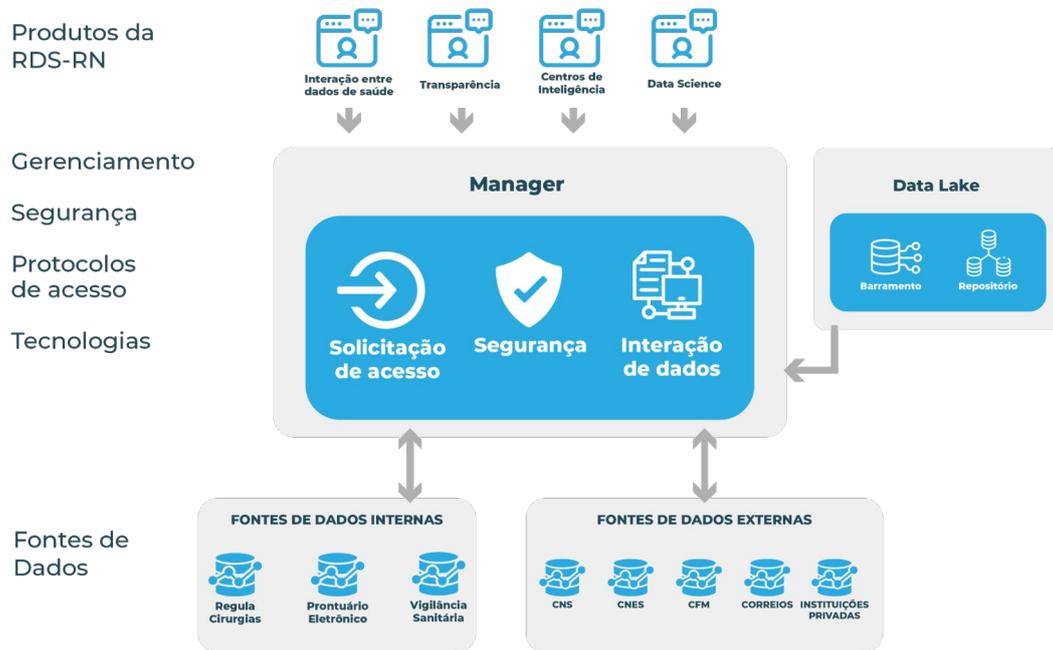
Nesta seção, detalharemos a arquitetura proposta nesta pesquisa.

5.1 Arquitetura Rede de Dados em Saúde do Rio Grande do Norte (RDS-RN)

A principal função da arquitetura da Rede de Dados da Saúde do Rio Grande do Norte (RDS-RN) é a centralização para interoperabilidade dos dados entre sistemas heterogêneos. Ela é composta por um barramento integrador que coleta e distribui informações de diversas fontes externas. Esse barramento alimenta a RDS-RN e, por sua vez, outros sistemas, logo, atua como instrumento de mitigação da necessidade de integrar sistema por sistema, pois foi estabelecido um mecanismo centralizador de forma segura e transparente.

A qualidade dos dados disponíveis no barramento é controlada por meio de processos de ETL (Extract, Transform, Load), que realizam a higienização dos dados antes de serem enviados para a RDS. Essa etapa é feita diretamente pelo código de ETL, que lê, higieniza e transforma os dados na fonte, garantindo que apenas informações consistentes e preparadas sejam inseridas no barramento. Dessa forma, o trabalho do desenvolvedor que utiliza esses dados é reduzido, pois já recebe informações tratadas e prontas para integração e sincronização na RDS. A Figura 6, a seguir, apresenta a arquitetura projetada para a RDS-RN.

Figura 6 – Arquitetura projetada para Rede de Dados em Saúde



Fonte: autoria própria

A Figura 6 ilustra a arquitetura da Rede de Dados em Saúde do Rio Grande do Norte (RDS-RN) e destaca as principais camadas que sustentam o funcionamento da rede. Na parte superior, são apresentados os serviços oferecidos pela RDS-RN, como:

- integração de dados de saúde, que promove a interoperabilidade entre diferentes sistemas;
- transparência das informações, essencial para garantir o controle social e a prestação de contas;
- centros de inteligência, que fornecem suporte à gestão com base em dados estratégicos;
- uso de ciência de dados (*Data Science*) para análises avançadas e preditivas e prescritivas, com o objetivo promover melhor capacidade de análises aos gestores, formuladores de políticas públicas de saúde e acadêmico.

Esses elementos refletem o compromisso com a transformação digital no SUS do Rio Grande do Norte, aspecto estruturante para impulsionar e induzir mais eficiência e efetividade da gestão e expansão do controle social.

No centro da Figura 6, o componente *Manager* atua como o núcleo de operação da rede, sendo responsável pelo gerenciamento da segurança dos dados e pela aplicação dos

protocolos de acesso, barreira necessária para garantir a proteção das informações sensíveis. Além disso, o *Manager* controla a interação de dados entre as diferentes fontes e os consumidores de informação, o que garante um fluxo contínuo, além de ser mais seguro.

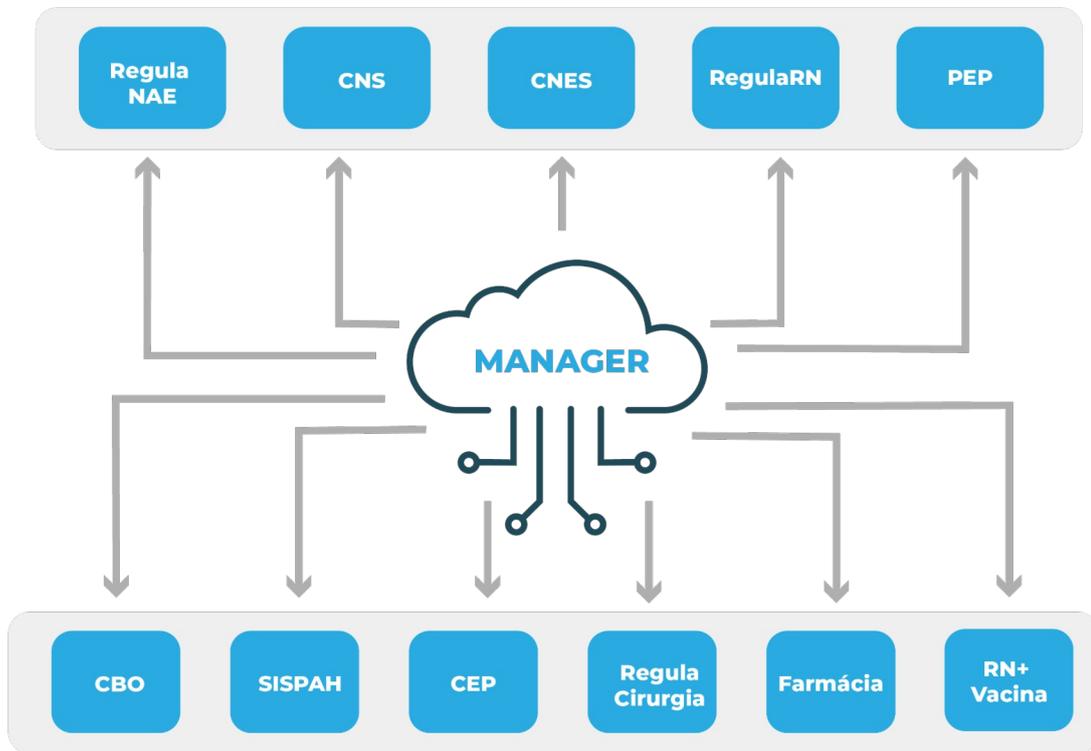
Esse gerenciamento está diretamente conectado ao componente *Data Lake*, que tem as funções de armazenar, organizar e gerenciar as informações e assegurar a integridade e a consistência dos dados processados. O *Data Lake* inclui o barramento e o repositório de dados, que centralizam e estruturam os dados da rede.

Na parte inferior da Figura 6, encontram-se as fontes de dados, divididas em internas e externas. Estão divididas em:

- fontes internas, que incluem os sistemas de informação da própria Sesap/RN, por exemplo, o Regula Cirurgias, o Prontuário Eletrônico do Paciente e a Vigilância Sanitária, entre outros;
- fontes externas, que abrangem sistemas nacionais e outras bases de dados, como o Cartão Nacional de Saúde (CNS), o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), o Conselho Federal de Medicina (CFM), além de dados dos Correios e de instituições privadas de saúde.

Essas fontes são integradas à RDS-RN, o que permite a troca de informações em tempo real e garante a interoperabilidade entre diferentes níveis de governo e instituições de saúde. A Figura 7, a seguir, apresenta o Manager da RDS-RN.

Figura 7 - Manager da RDS-RN



Fonte: autoria própria

A Figura 7 representa a arquitetura de gerenciamento de dados da Rede de Dados em Saúde do Rio Grande do Norte (RDS-RN), com camadas distintas, interligadas por meio de um componente *Manager* central que controla o fluxo de informações. Na parte superior, estão sistemas e plataformas integrados atualmente, que alimentam a rede com dados de saúde essenciais. Eles incluem:

- Regula NAE (Núcleo de Apoio Especializado);
- CNS (Cartão Nacional de Saúde);
- CNES (Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde);
- Regula RN;
- PEP + RN.

Esses sistemas fornecem informações críticas gerenciadas pelo *Manager*, que, por sua vez, atua como o mecanismo controlador da arquitetura. Ele controla o tráfego de dados. Para isso, aplica protocolos de segurança e acesso, e garante que as informações sejam processadas e organizadas de maneira mais segura e com mais eficiência.

Na camada inferior, estão os sistemas consumidores dos dados processados pela rede, que recebem as informações gerenciadas pelo *Data Lake*. Esses sistemas incluem:

- Classificação Brasileira de Ocupações (CBO),
- Sistema de Informação em Saúde para a População Adulta e Idosa (Sispah),
- Cadastro de Endereços para Procedimentos (CEP),
- Regula Cirurgia (sistema de regulação de cirurgias);
- RN + Vacina;
- farmácias.

Esses sistemas consomem e utilizam os dados gerenciados pelo *Manager*, o que demonstra a interoperabilidade entre as diferentes plataformas e promove a integração de dados em toda a rede de saúde do RN. Em suma, o *Manager* atua como o ponto central de controle. Desse modo, ele conecta as fontes de dados com os sistemas consumidores e garante que as informações fluam de maneira organizada e segura entre os diferentes sistemas de informação, as plataformas e tecnologias integradas a RDS-RN.

5.2 Tecnologias utilizadas

Uma das tecnologias utilizadas no desenvolvimento da RDS-RN foi o *OpenSearch*. Trata-se de uma ferramenta de monitoramento de aplicações e análise de *logs* completamente *open source*. Em outras palavras, é um conjunto distribuído de pesquisa e análise de código aberto utilizado para diversos casos de uso, como monitoramento de aplicações em tempo real, análise de *logs* e pesquisa em sites.

O *OpenSearch* permite ingestão, proteção, pesquisa, agregação, visualização e análise de dados de maneira simplificada para diversas necessidades. Essa ferramenta oferece um sistema altamente escalável, o que proporciona acesso rápido e respostas a grandes volumes de dados. Essa tecnologia tem em sua estrutura uma ferramenta de visualização integrada, o *OpenSearch Dashboards*, que facilita a exploração dos dados pelos usuários. Além disso, fornece um mecanismo de pesquisa de texto completo distribuído baseado no *Apache Lucene*, com uma interface API RESTful e suporte para documentos JSON sem esquema. Isso facilita o início do trabalho e a criação rápida de aplicações para múltiplos usos. A escolha dessa ferramenta foi feita com os seguintes objetivos:

- **segurança avançada:** oferece recursos de criptografia, autenticação e auditoria, com integração com Active Directory, LDAP, SAML, Kerberos e *tokens* da Web JSON;
- **geração de relatórios:** permite agendar, exportar e compartilhar relatórios de painéis, pesquisas salvas, alertas e visualizações;

- **detecção de anomalias:** utiliza aprendizado de máquina baseado no algoritmo *Random Cut Forest (RCF)* para detectar anomalias automaticamente à medida que os dados são inseridos;
- **framework RCA e analisador de desempenho:** o RCA é um *framework* de análise de causa-raiz usado para investigar problemas de desempenho e confiabilidade em clusters;
- **geração de alertas:** possibilita a criação de alertas específicos que monitoram dados automaticamente e envia notificações de alerta para as partes interessadas.

Portanto, devido ao seu código aberto, capacidade de monitoramento *on-time*, funcionalidades de auditoria, escalabilidade para grandes volumes de dados de saúde, inclusão de uma ferramenta de *dashboard* e um mecanismo de pesquisa de texto distribuído, entre outras características, a ferramenta tecnológica selecionada foi o OpenSearch.

5.3 Modelo de gestão

No modelo de gestão da RDS-RN, o gerente de projetos desempenha um papel central, pois é o responsável pela supervisão dos acessos e pela administração dos contratos de dados. O solicitador de dados, que pode ser uma instituição ou sistema externo, faz a solicitação formal por meio de um formulário específico. Nesse caso, precisa detalhar os dados que deseja acessar. Esse pedido é analisado pelo gerente de projetos para garantir que as informações solicitadas estejam de acordo com as políticas e capacidades técnicas da RDS-RN.

Além do solicitador de dados, existe a entidade que envia os dados, responsável por fornecer as informações solicitadas de forma segura e conforme os critérios estabelecidos. Todo o processo de acesso aos dados é formalizado por meio de contratos, nos quais são detalhadas as permissões, o tipo de dados acessados e as limitações de uso.

A homologação é um passo crítico desse processo. Antes de qualquer solicitação ser aprovada, o solicitador de dados deve enviar um conjunto de documentos que comprove a conformidade com os critérios de segurança e integridade de dados estabelecidos pela RDS-RN. O gerente de projetos verifica esses documentos e valida o processo antes de emitir as credenciais de acesso (usuário, senha e *token* de acesso). Esse processo de homologação assegura que os dados só sejam acessados por sistemas e usuários autorizados.

Esse modelo foi fortemente inspirado (baseado) na Rede Nacional de Dados em Saúde do Ministério da Saúde do Brasil (RNDS), portanto, compartilha princípios de segurança e

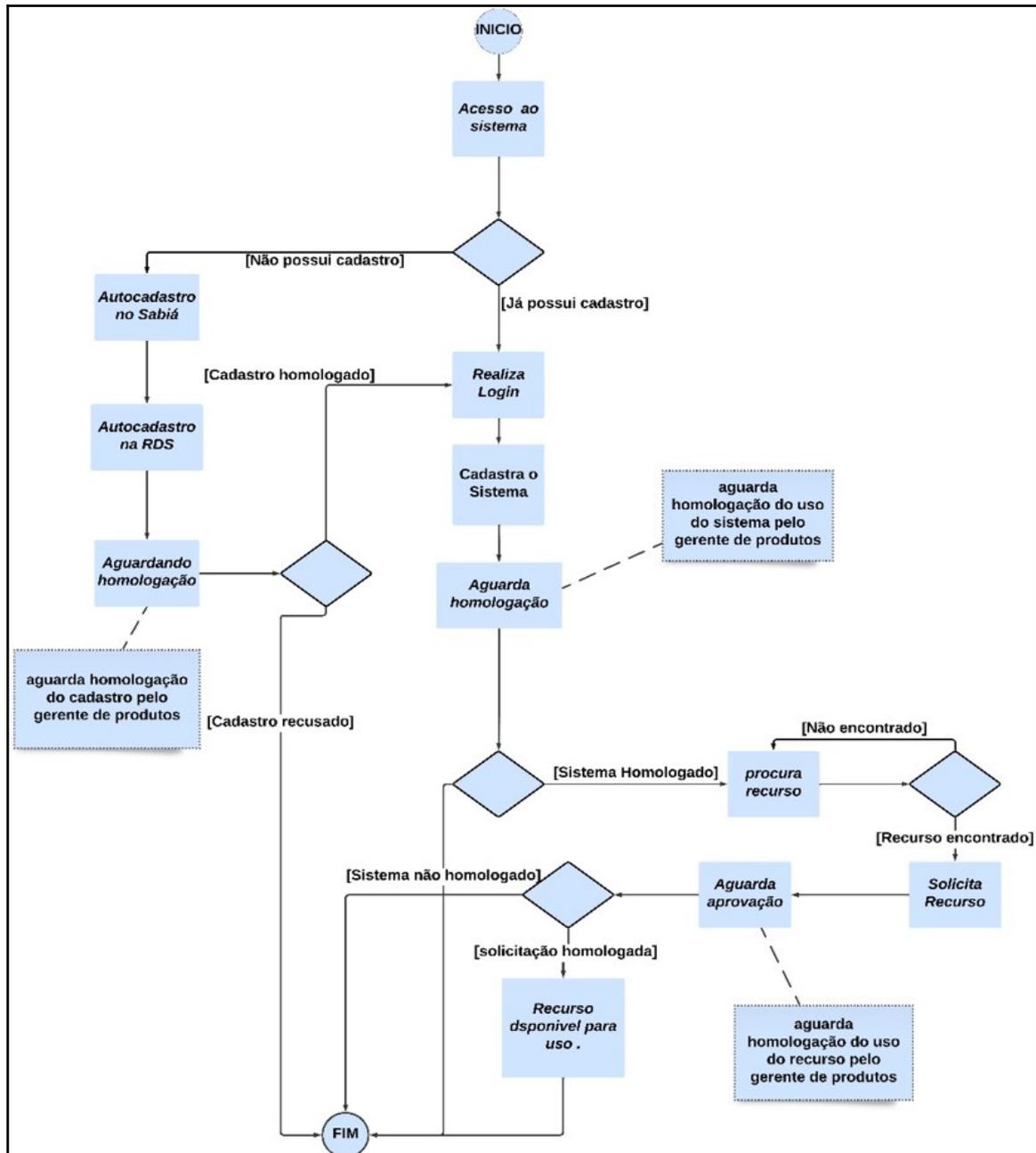
controle de acesso de forma muito rigorosa. A cada nova solicitação, o processo passa por uma análise a fim de garantir que a infraestrutura comporta o consumo dos dados e que os termos do contrato são respeitados. As auditorias contínuas garantem que todo o fluxo de dados na RDS-RN seja rastreável e auditável, desde a solicitação até a entrega final.

Esse modelo reforça a segurança, pois o controle não se limita aos gerentes de projetos mas envolve também a validação documental e a homologação antes do acesso aos dados. Esse fator garante que todas as partes envolvidas estejam em conformidade com os requisitos.

5.4 Solicitação de acesso

O processo de solicitação de acesso à RDS-RN, que inicia com a análise pelo usuário solicitante dos dados existentes no catálogo de recursos da RDS-RN, pode ser visto na Figura 8, a seguir.

Figura 8 – Diagrama de atividades do consumo de dados da RDS-RN



Fonte: autoria própria

O primeiro passo é o autocadastro no sistema Sabiá, no qual o usuário deve fornecer informações pessoais, como: username, nome completo, e-mail, telefone, CPF e endereço completo. Após o cadastro no Sabiá, o usuário segue para o autocadastro dentro do sistema da RDS-RN. Em seguida, aguarda o gestor da RDS-RN realizar uma análise das informações

fornecidas para que possa liberar acesso do solicitante, conforme necessário. Nessa etapa, o status do cadastro será atribuído a uma das seguintes categorias: homologado, aguardando homologação ou suspenso. Esse status é crucial para garantir que apenas usuários autorizados tenham acesso à RDS-RN, respeitando os critérios de segurança e a integridade dos dados.

Além disso, o usuário cadastrado deve indicar o sistema ao qual estará vinculado como responsável e especificar os recursos aos quais deseja acesso. Usuários que já possuem vínculo direto com um sistema solicitante podem ser designados como “Gerente de Produtos”, e receber acesso aos dados requisitados, por exemplo, o CEP ou o CNS.

O cadastro de um sistema solicitante na RDS-RN também segue um processo estruturado. O usuário solicitante deve fornecer informações técnicas sobre o sistema, e incluir nome de identificação, descrição, URL de callback, linguagem de programação, banco de dados utilizado, IPs de acesso e o tipo de sistema (web, local ou middleware). Após a inserção desses dados, o sistema solicitante será analisado pelo gestor da RDS-RN, que avaliará sua conformidade antes de disponibilizar ao usuário o *token* de acesso.

Para cada sistema solicitante será criada uma página específica que listará todas as informações pertinentes, como o nome do sistema, acessos (*tokens*) e contratos. O sistema solicitante pode ter mais de um contrato. Os contratos são acordos entre o sistema solicitante e a RDS-RN, que definem o acesso a diferentes recursos do catálogo da RDS-RN. Cada contrato permite o uso de um serviço específico, como a consulta de CEP ou de números do Cartão Nacional de Saúde (CNS), para, assim, garantir a organização e a integração entre os sistemas.

No que diz respeito aos contratos, o usuário solicitante pode adicionar novos recursos ao preencher um formulário específico com informações detalhadas, como a quantidade de requisições por dia (classificadas em baixa, média, média alta, alta e muito alta), a justificativa do novo recurso, os atributos selecionados (como os campos do recurso CNS), e o termo de sigilo dos dados solicitados. Esse processo assegura que o acesso aos dados da RDS-RN seja rigorosamente controlado, o que evita acessos indevidos e garante a integridade dos dados compartilhados.

Para solicitar acesso a algum dado que esteja na RDS-RN, será formalizada essa solicitação por meio de um contrato. O solicitante, com base no que deseja adquirir, preencherá um formulário que será analisado pelo gerente. Após a homologação, ou seja, aprovação, serão disponibilizados um usuário, uma senha e um *token* de acesso. O *token* de acesso estará na página do usuário responsável pelo sistema solicitante. Para cada sistema solicitante, será disponibilizada uma página na qual estarão todas as informações, como nome

do sistema solicitante, acessos (*token*) e contratos (quais dados foram solicitados no contrato). A inserção e o consumo de dados do barramento estarão sujeitos a várias camadas de segurança implementadas na ferramenta.

Um sistema poderá ter vários contratos para consumir diversos recursos (dados de vários sistemas) disponíveis na rede de dados do RN. Cada contrato será homologado após várias análises feitas pelo gerente, por exemplo, se o cadastro do gestor (usuário do sistema) solicitante foi realizado por meio do formulário padrão de contrato que especifica os recursos aos quais deseja acesso; se o contrato para consumo dos dados está de acordo com a infraestrutura disponível; e se o número de requisições diárias do sistema solicitante estará de acordo com a infraestrutura. Essas ações visam a garantir o atendimento desse número de requisições diárias sem comprometer a disponibilidade, a qualidade ou a segurança do ecossistema.

Este projeto, que está em execução, foi baseado no modelo adotado pelo governo federal, em especial, pelo Ministério da Saúde do Brasil na Rede Nacional de Dados em Saúde (RNDS). A ideia foi seguir as melhores práticas e os procedimentos já estabelecidos pelo governo federal para assegurar um modelo de interoperabilidade mais eficiente, seguro e confiável dos dados.

5.5 Protocolos de segurança

A inserção de dados ou o consumo de dados do barramento é submetida às várias camadas de segurança que foram implementadas na ferramenta. No que tange aos requisitos de segurança que são utilizados, estão o controle de acesso, o controle de IP, o controle de registros e os controles de auditoria. A segurança será garantida por meio de:

- **controle de acesso:** o gestor do barramento é responsável por controlar o acesso utilizando, para isso, um formulário de contrato para cadastrar novos usuários como gestores de sistemas solicitantes. Esse formulário permite que o gestor do barramento estabeleça as permissões e restrições de cada usuário, de acordo com as necessidades e limitações do sistema. O processo envolve uma análise detalhada dos direitos e limites de cada cadastro, incluindo as operações que cada usuário está autorizado a realizar e os dados que pode acessar;

- **homologação do cadastro:** essa homologação é feita pelo administrador do barramento, que valida ou rejeita cada solicitação de acesso. Durante o processo, são avaliados os dados fornecidos pelo sistema requisitante a fim de garantir que atendem aos

requisitos de segurança e que o solicitante possui uma justificativa válida para o acesso. Somente após essa validação é que o acesso é concedido;

- **homologação do contrato:** de modo a garantir que a infraestrutura da RDS-RN possa suportar o consumo de dados pelo sistema requisitante, o administrador realiza uma análise do contrato. Nessa análise, são verificados elementos como a capacidade de processamento da infraestrutura, o volume de requisições diárias e o impacto esperado no barramento. Essa etapa assegura que o sistema solicitante pode consumir os dados de maneira segura e dentro das limitações técnicas estabelecidas;

- **controle de login e senha (Acesso Auth):** o controle de login e senha é implementado utilizando um sistema de autenticação seguro. Para acessar o barramento, cada usuário deve fornecer suas credenciais. Essas credenciais consistem em um nome de usuário e uma senha fortes. Adicionalmente, *tokens* de autenticação são gerados para sistemas solicitantes, garantindo segurança e rastreabilidade no uso do barramento;

- **controle de entrega de registros por níveis:** esse controle segmenta os dados acessíveis de acordo com o nível de autorização do sistema solicitante, garantindo que somente as informações relevantes sejam compartilhadas. A visibilidade dos dados é configurada em três níveis:

- **índice (tabela):** refere-se ao nível de visualização das tabelas completas, que contêm dados categorizados por tema (como uma tabela de endereços ou de pacientes). Por exemplo, se um sistema precisa de dados do CEP, apenas a tabela correspondente ao CEP será visível, impedindo o acesso a outras tabelas;

- **mapping (coluna):** nesse nível, somente as colunas específicas necessárias para o sistema requisitante serão liberadas. No caso do CEP, por exemplo, apenas as colunas de logradouro, CEP, UF e município serão disponibilizadas, restringindo o acesso a outros dados não essenciais;

- **hits (registros):** esse controle limita o acesso aos registros de dados específicos. Por exemplo, se o sistema solicitante requer informações sobre o estado do RN, apenas os registros relacionados ao RN serão visualizáveis. Esse nível garante que apenas dados diretamente pertinentes sejam acessados;

- **controle de IP:** para maior segurança, o sistema registra e monitora os endereços IP de todos os acessos ao barramento. Esse controle permite limitar o acesso a dispositivos e redes previamente autorizados, além de rastrear o histórico de IPs usados para acessar os dados. A restrição de IPs impede que usuários não autorizados de outras redes possam acessar o barramento, adicionando uma camada de segurança contra acessos indevidos;

• **controle de auditoria:** a auditoria acompanha diariamente todos os acessos ao barramento, registrando quais sistemas acessaram quais dados e o tipo de informação entregue. Esse controle permite uma revisão contínua e facilita a identificação de possíveis tentativas de acesso não autorizado. Além disso, mantém um histórico detalhado das atividades, essencial para compliance e segurança.

5.6 Recursos já disponíveis na RDS-RN

No presente trabalho, foi apresentada a proposta de uma arquitetura da RDS/RN. Alguns recursos se encontram disponíveis e em fase de teste (Quadro 4).

Quadro 4 – Produtos disponíveis na RDS

Fonte de Dados	Descrição	Órgão Mantenedor	Endereço de Aquisição de Dados
CNE	Cadastro Nacional de Endereços	CORREIOS – Empresa Brasileira de Telégrafos.	https://shopping.correios.com.br/
CNS	Cartão Nacional de Saúde	Datasus-Ministério da Saúde	https://www.gov.br/saude/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cns
CBO	Código Brasileiro de Ocupação	Ministério do Trabalho e Emprego (MTE)	https://cbo.mte.gov.br/cbosite/pages/downloads.jsf
CNES	Cadastro Nacional dos Estabelecimentos de Saúde.	Datasus - Ministério da Saúde	https://cnes.datasus.gov.br/pages/downloads/documentacao.jsp
Regula NAE	Sistema de Núcleo de pareceres de especialistas	Sesap/UGTSIC	https://regulanae.saude.rn.gov.br/
SISPAH	Sistema de regulação de portas hospitalares	Sesap/UGTSIC	http://www.sispah2.saude.rn.gov.br
REGULA CIRURGIA	Sistema de regulação de cirurgias eletivas	Sesap/UGTSIC	https://regulacirurgia.saude.rn.gov.br/

Fonte: autoria própria

5.7 Fluxo para elaboração e inserção dos dados na RDS-RN

Após a solicitação de inserção de um novo recurso na RDS-RN por parte de um sistema, inicia-se um processo de homologação que compreende diversas etapas antes da aprovação final pelo administrador ou gestor de produto da RDS-RN. Primeiramente, são definidos três elementos principais para o sistema solicitante: o *mapping* (mapeamento), o *schema* (estrutura) e o *example* (exemplo de dados). Esses componentes são fundamentais para assegurar a compatibilidade e a integridade dos dados a ser inseridos na rede.

Cada uma dessas etapas – *mapping*, *schema* e *example* – passa por uma análise criteriosa e requer aprovação individual. Somente após a validação de todas essas fases o processo avança para a homologação final.

Para a incorporação de um novo sistema, é preciso realizar todo o processo de criação do mapeamento dos dados, a definição do esquema apropriado e a apresentação de um exemplo, a fim de garantir a conformidade com as normas da RDS-RN. Uma vez concluídas e aprovadas essas etapas, o administrador ou o gestor de produto pode homologar e autorizar a disponibilização dos dados na RDS-RN, permitindo a integração de forma segura e controlada. Todas essas etapas exigem análise e aprovação cuidadosa (processo de curadoria) para assegurar que os dados estejam organizados e estejam prontos para a integração segura com um novo recurso disponível na RDS-RN.

5.8 Evidências da operacionalidade da arquitetura da RDS-RN

A homologação do contrato para o recurso solicitado pelo Sistema Notifica RN pode ser vista na Figura 9. Esse exemplo da Figura 9 é uma homologação feita na arquitetura da RDS-RN, que demonstra o uso de uma de suas funcionalidades implementadas e validadas.

Figura 9 – Tela de homologação de contratos da RDS-RN

Sistema Requisitante

Nome completo do sistema	Notifica RN
Descrição	Sistema de notificação de ocorrência
URL de callback	http://notifica.saude.rn.gov.br
Linguagem de programação	Não informado
Banco de dados	Não informado
Endereço IP Inicial	Não informado
Endereço IP Final	Não informado
Tipo	Web

Acesso

Usuário: Notifica_rn
Token

+ Adicionar contrato

Contratos

Classificação Brasileira de Ocupações - CBO **Homologado**

<https://rdsrn.laiz.ufrn.br>

Fonte: autoria própria

A Figura 10 aponta que a RDS-RN já registra mais 436 milhões de dados disponíveis. Esse volume é expressivo, especialmente em virtude de estar no ar desde 17/09/2024. Esse aspecto evidencia uma ampla capacidade de armazenamento e processamento de informações de saúde. Além disso, há 13 sistemas em operação que consomem dados e 5 fontes de dados integradas à arquitetura da RDS-RN. Isso inclui tanto os sistemas internos da Sesap/RN quanto os sistemas externos, além do intercâmbio e do fluxo contínuo e atualizado de informações.

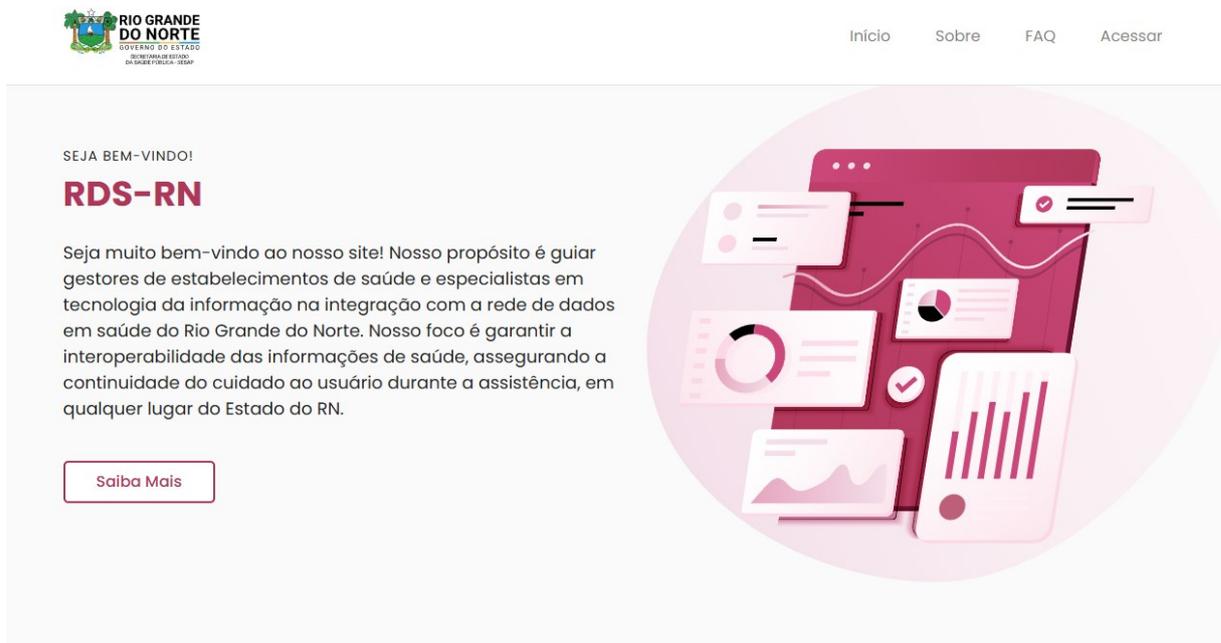
Figura 10 – Dados já contidos na RDS-RN



Fonte: autoria própria

As requisições de dados registradas em outubro de 2024 demonstram o pleno funcionamento da RDS-RN, que já atende às demandas do setor de saúde do RN, aspecto que reforça sua relevância e estabilidade. A RDS-RN, atualmente, pode ser acessada no seguinte endereço: <https://rdsrn.lais.ufrn.br/> (02 de novembro de 2024); posteriormente será alterado para o endereço definitivo <https://rdsrn.saude.rn.gov.br>. A Figura 11 apresenta a página de boas-vindas da RDS-RN.

Figura 11 – Portal de boas-vindas RDS-RN



Fonte: autoria própria

6 DISCUSSÕES

A Rede de Dados em Saúde do RN (RDS-RN) é ainda um tecnologia muito jovem que foi incorporada ao ecossistema de saúde digital do estado do Rio Grande do Norte, porém, tem se consolidado como uma iniciativa de grande relevância ao promover a interoperabilidade entre diferentes sistemas de saúde no estado. Ao interoperar plataformas heterogêneas e permitir o intercâmbio de dados entre diversos sistemas, como RN Mais Vacina, Regula RN, Regula Cirurgia, Regula NAE, e outros, a RDS-RN tem proporcionado mais eficiência na troca de informações – algo que antes era totalmente negligenciado.

A capacidade de interoperabilidade da RDS-RN torna essa tecnologia uma ferramenta indispensável para a gestão pública, pois ela contribui para mitigar os efeitos negativos da fragmentação dos sistemas de informação em saúde, os quais repercutem também na fragmentação de dados. Ter desenvolvido uma solução de saúde digital para intervir no problema da fragmentação dos sistemas de informação em saúde é algo realmente relevante, que contribui de forma estrutural com o Sistema Único de Saúde (SUS) no RN, pois atua em uma parte muito sensível, que é a necessidade de qualificar dados e informações da saúde pública – o que historicamente sempre apresentou problemas. Esse processo de qualificação por meio da interoperabilidade passa a atuar como ferramenta de apoio aos gestores de saúde pública, aos formuladores de políticas públicas de saúde e também aos órgãos fiscalizadores e de controle, algo essencial e determinante para o aprimoramento da atenção à saúde dos usuários do SUS. Além disso, a interoperabilidade e a centralização dos dados em uma única plataforma reduzem a redundância de exames e tratamentos, o que otimiza o uso de recursos e melhora a gestão dos serviços de saúde.

Destaca-se ainda que a aceitação da RDS-RN tem sido positiva, pois responde às demandas de modernização que há muito são necessárias no setor da saúde do RN, especialmente no que se refere à interoperabilidade, à integração e à segurança das informações. Por conseguinte, o RN está saindo de um modelo caótico para um modelo estruturado.

Com a implementação da RDS-RN, houve mudanças significativas na forma como os dados são coletados, analisados e utilizados no âmbito da saúde pública. Isso tem gerado novas metodologias de trabalho e um uso mais eficaz dos dados. Apesar disso, ainda há espaço para melhorias, particularmente em relação à governança dos dados e à capacitação dos profissionais que utilizam os sistemas integrados e interoperáveis. A ampliação da interoperabilidade para mais sistemas de saúde no RN e a garantia de que as informações

sejam utilizadas de forma eficiente e segura são aspectos cruciais para o sucesso contínuo deste projeto.

A contribuição da RDS-RN para a interoperabilidade em relação ao ecossistema de saúde digital no Brasil é expressiva, uma vez que alinha o estado do Rio Grande do Norte às diretrizes nacionais da Rede Nacional de Dados em Saúde (RNDS). Nesse processo, a RDS-RN é uma Rede de Redes.

No contexto estadual, essa Rede fortalece a saúde digital ao oferecer uma base de dados centralizada, integrada e interoperável, que promove mais transparência, resiliência e responsividade em casos de falhas nos sistemas nacionais. Além disso, proporciona mais autonomia ao estado no gerenciamento de seus recursos, e serve também como exemplo para a criação de redes centralizadas em outros estados, o que é uma ação desejável.

7 CONCLUSÕES

O desenvolvimento da Rede de Dados em Saúde do Rio Grande do Norte (RDS-RN) teve como foco principal a criação de uma arquitetura de interoperabilidade capaz de centralizar e integrar os dados dos sistemas de saúde do estado. Esse projeto teve como objetivo principal melhorar o fluxo das informações entre diferentes plataformas, de modo a facilitar a gestão dos dados clínicos e promover o uso mais eficiente dessas informações por gestores, profissionais de saúde e instituições autorizadas. O sistema já integra diversos serviços, como o RN Mais Vacina, o Regula RN, o PEP Mais RN (gestão hospitalar) e Farmácia. Portanto, contribui para otimizar o acesso a dados bem como para reduzir retrabalhos, redundância e inconsistências de dados.

Em termos de resultados gerais, o projeto atingiu seu principal objetivo com êxito, embora algumas limitações ainda precisam ser enfrentadas, como a equipe técnica reduzida, que pode afetar a velocidade das integrações futuras; e a necessidade de incorporar sistemas legados e descentralizados que não estão plenamente interoperáveis. Além disso, a capacitação contínua dos profissionais envolvidos é fundamental para garantir a utilização eficiente e segura da plataforma.

No futuro, será necessário expandir o número de sistemas integrados, aprimorar os modelos de governança e segurança e fortalecer os protocolos de proteção de dados, por exemplo, a implementação de *blockchain*. A ampliação da RDS-RN deverá incluir novos sistemas de vigilância epidemiológica e melhorar a capacidade de análise de grandes volumes de dados. Também é crucial explorar todo o potencial da rede a fim de que ela contribua não apenas para a saúde pública no Rio Grande do Norte mas também para o sistema de saúde brasileiro como um todo. O sucesso contínuo da RDS-RN dependerá de esforços contínuos para superar esses desafios, os quais certamente irão induzir ainda mais a transformação digital robusta e segura no SUS no RN. Diante das contribuições apresentadas neste estudo, é seguro afirmar que o Rio Grande do Norte é certamente um dos estados com maior nível de maturidade em saúde digital do Brasil, capaz, inclusive, de exportar tecnologias e experiências para os demais estados do país, como já vem ocorrendo.

7.1 Impactos sociais

A dissertação de mestrado intitulada *Rede de Dados em Saúde do RN (RDS/RN): A interoperabilidade como instrumento estruturante da transformação digital do SUS/RN* impacta diretamente a qualidade da oferta dos serviços de saúde no estado do Rio Grande do Norte. Trata-se de uma pesquisa aplicada cujo propósito foi o desenvolvimento de uma solução de saúde digital para interoperar todo o ecossistema de sistemas de informação em saúde do estado do Rio Grande do Norte. Esse projeto foi intitulado Rede Dados em Saúde do RN (RDS-RN) e funciona atualmente na Secretaria de Saúde Pública do RN (Sesap/RN).

A RDS-RN impacta diversas dimensões, a primeira delas é a garantia de integridade das informações, forte indutor de equidade, pois possibilita uma maior transparência no Sistema Único de Saúde do RN, o que aprimora o controle social e o poder de monitoramento e avaliação das políticas públicas de saúde por parte do estado. A segunda dimensão diz respeito à qualificação da gestão do SUS, pois essa Rede de Dados atua como ferramenta importante na produção de dados íntegros e não fragmentados, aspecto que favorece essencialmente a tomada de decisão mais racional e oportuna. A terceira dimensão situa-se na transparência e no controle social, uma vez que a RDS-RN permite que a população do RN, a imprensa, e os órgãos de controle tenham acesso aos mais diversos dados produzidos pelo SUS. Para isso, é garantida a privacidade de acordo com o que determina a legislação brasileira. A transparência dada pela Rede de Dados em Saúde do RN (RDS/RN) favorece o monitoramento e o acompanhamento de forma *online* da execução de diversas políticas públicas de saúde no estado, tudo em tempo oportuno.

Por meio do RDS-RN, já foram registrados mais 2 milhões procedimentos, sejam eles relacionados à internação de pacientes, a cirurgias, a serviços ambulatoriais especializados do SUS, à vacinação e à distribuição e dispensação de medicamentos a pacientes. A pesquisa fruto desta dissertação de mestrado impacta toda a rede SUS do RN, por conseguinte, impacta toda a população do estado, ou seja, mais de 3,4 milhões de pessoas.

A RDS/RN é uma inovação tecnológica em saúde que começou a ser projetada e desenvolvida durante a pandemia de covid-19. Ela é uma ferramenta de alto valor para a gestão pública do SUS, pois contribui para qualificar diretamente o ordenamento das políticas públicas de saúde, contribuindo essencialmente para a qualificação dos gastos no SUS. É uma tecnologia que ficou como legado pós-pandemia de covid-19 para o RN. Atualmente, é considerada no Sistema Único de Saúde (SUS) como uma moderna solução tecnológica que contribui e muito para elevar o nível de maturidade em saúde digital do RN. Por fim, a

pesquisa desenvolvida impacta diretamente os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), quais sejam: 3 (Saúde e Bem-Estar), 4 (Educação de Qualidade), 9 (Industrial da Inovação e Infraestrutura), 10 (Redução das Desigualdades), 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), 17 (Parcerias de Implementação).

REFERÊNCIAS

- ALLONES, J. L.; TABOADA, M.; MARTINEZ, D.; LOZANO, R.; SOBRIDO, M. J. SNOMED CT module-driven clinical archetype management. *Journal of Biomedical Informatics*, v. 46, n. 3, p. 388-400, 2013. ISSN 1532-0464. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2013.01.003>.
- ALVES, N. F. *et al.* FHIRbox, a cloud integration system for clinical observations. *Procedia Computer Science*, v. 138, p. 303–309, 2018. DOI [/doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.043](https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.043).
- ARULMOZHI, B.; SHEEBA, J. I.; PRADEEP DEVANEYAN, S. Revolutionizing covid-19 Management: Block chain-Enabled Prediction and Secure Storage using Deep Learning Techniques. *Procedia Computer Science*, v. 230, p. 853-863, 2023. DOI <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.12.047>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923020379>. Acesso em: 27 ago. 2024.
- BAE S, Y. B. K. Development of eClaim system for private indemnity health insurance in South Korea: Compatibility and interoperability. *Health Informatics J.*, v. 28, n. 1, p. 14604582211071019, jan./mar. 2022. DOI 10.1177/14604582211071019. PMID: 35034475.
- BARBALHO, I. M. P.; FERNANDES, F.; BARROS, D. M. S.; PAIVA, J. C.; HENRIQUES, J.; MORAIS, A. H. F.; COUTINHO, K. D.; COELHO NETO, G. C.; CHIORO, A.; VALENTIM, R. A. M. Electronic health records in Brazil: Prospects and technological challenges. *Frontiers in Public Health*, v. 10, 963841, 2022. DOI <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.963841>
- BATISTA, Emerson de Oliveira. *Sistemas de informação: o uso consciente da tecnologia para o gerenciamento*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2012.
- BENDER, Janaína Duarte; FACCHINI, Luiz Augusto; LAPÃO, Luís Miguel Velez; TOMASI, Elaine; THUMÉ, Elaine. O uso de Tecnologias de Informação e Comunicação em Saúde na Atenção Primária à Saúde no Brasil, de 2014 a 2018. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 29, e19882022, 2024. DOI <https://doi.org/10.1590/1413-81232024291.19882022>.
- BENITO, G. A. V.; LICHESKI, A. P. Sistemas de Informação apoiando a gestão do trabalho em saúde. *Revista Brasileira de Enfermagem*, Brasília, v. 62, n. 3, p. 515-521, jun. 2009. DOI <https://doi.org/10.1590/S0034-71672009000300018>.
- BENNETT, A. M.; ULRICH, H.; VAN DAMME, P.; WIEDEKOPF, J.; JOHNSON, A. E. W. MIMIC-IV on FHIR: converting a decade of in-patient data into an exchangeable, interoperable format. *J Am Med Inform Assoc.*, v. 30, n. 4, p. 718-725, 16 mar. 2023. DOI 10.1093/jamia/ocad002. PMID: 36688534; PMCID: PMC10018258.
- BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_05.10.1988/index.shtm. Acesso em: 16 fev. 2023.
- BRASIL. Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a

promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 20 set. 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8080.htm. Acesso em: 16 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas e Estratégicas. *Política Nacional de Informação e Informática em Saúde*. Brasília: Ministério da Saúde, 2004. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_informacao_informatica_saude.pdf. Acesso em: 17 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. *O SUS de A a Z*. 3. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2009. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/sus_az_garantindo_saude_municipios_3ed_p1.pdf. Acesso em: 17 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Programa Nacional de Telessaúde*. Brasília, 2011. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/telessaude_teleasaude_brasil.pdf. Acesso em: 16 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Política Nacional de Informática em Saúde*. Brasília, 2016. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_infor_informatica_saude_2016.pdf. Acesso em: 16 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais (SisNAGIT)*. Brasília, 2018a. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/sistemas-e-aplicativos/geosnis/sisnagit>. Acesso em: 16 fev. 2023.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico. 2018b. Documento de Referência p. 41. Disponível em: <https://eping.governoeletronico.gov.br/> Acesso em: 10 jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. *Portaria nº 1.768, de 30 de julho de 2021*. Brasília, 2021.

BRASIL. Conselho Federal de Medicina. Resolução CFM nº 2.314, de 20 de abril de 2022. Define e regulamenta a telemedicina, como forma de serviços médicos mediados por tecnologias de comunicação. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, p. 227, 5 maio 2022a. Seção 1. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-cfm-n-2.314-de-20-de-abril-de-2022-397602852>. Acesso em: 1 nov. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DataSUS). *Plano Diretor de Tecnologia da Informação e Comunicação (PDTIC)*. 2022b. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/publicacoes>. Acesso em: 04 maio 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DataSUS). *Apresentação*. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/sobre-o-datasus/>. Acesso em: 04 mai. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Rede Nacional de Dados em Saúde - RNDS*. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/seidigi/rnds>. Acesso em: 16 maio 2024.

BRAUNSTEIN, M. L. Health Care in the Age of Interoperability: The Potential and Challenges. *IEEE Pulse*, v. 9, n. 5, p. 34-36, 2018. DOI <https://doi.org/10.1109/MPUL.2018.2856941>

BRITO PINTO, T. K.; DA CUNHA-OLIVEIRA, A. C. G. D. P.; SALES-MOIOLI, A. I. L.; DANTAS, J. F.; DA COSTA, R. M. M.; SILVA MOURA, J. P.; VALENTIM, R. A. D. M. Clinical protocols and treatment guidelines for the management of maternal and congenital syphilis in Brazil and Portugal: analysis and comparisons: a narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 17, p. 10513, 2022. DOI <https://doi.org/10.3390/ijerph191710513>

CARDOSO DE MORAES, J. L.; LOPES DE SOUZA, W.; FERREIRA PIRES, L.; PRADO, A. F. A methodology based on openEHR archetypes and software agents for developing e-health applications reusing legacy systems. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, v. 134, p. 267-287, 2016. ISSN 0169-2607. DOI <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2016.07.013>.

CARDOSO NETO, Giliate; ANDREAZZA, Rosemarie, CHIORO, Arthur. *Integração Entre Sistemas de Informação em Saúde: O Caso do E-SUS Atenção Básica*. 2020. Universidade Federal de São Paulo. Escola Paulista de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva. São Paulo, SP, Brasil, [s. l.], 26 dez. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/55cdf4kLF6B3L7gbJbBvHDC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 fev. 2022.

CHATTERJEE, A.; PAHARI, N.; PRINZ, A. HL7 FHIR with SNOMED-CT to Achieve Semantic and Structural Interoperability in Personal Health Data: A Proof-of-Concept Study. *Sensors (Basel)*, v. 22, n. 10, p. 3756, 15 may 2022. DOI 10.3390/s22103756. PMID: 35632165; PMCID: PMC9147872.

COELHO NETO, G. C.; ANDREAZZA, R.; CHIORO, A. Integration among national health information systems in Brazil: the case of e-SUS Primary Care. *Revista De Saúde Pública*, v. 55, p. 93, 2021. DOI <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2021055002931>.

CUNHA, J.; DUARTE, R.; GUIMARÃES, T.; SANTOS, M. F. Permissioned Blockchain Approach using Open Data in Healthcare. *Procedia Computer Science*, v. 210, p. 242-247, 2022. ISSN 1877-0509. DOI <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.10.144>. Access em: 1 ago. 2024.

FORNAZIN, M.; RACHID, R. R.; COELHO NETO, G. C. A saúde digital nos últimos quatro anos e os desafios para o novo governo. *Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde*, v. 16, n. 4, 2022. DOI <https://doi.org/10.29397/reciis.v16i4.3515>

GIEREND, K.; WALTEMATH, D.; GANSLANDT, T.; SIEGEL, F. Traceable Research Data Sharing in a German Medical Data Integration Center With FAIR (Findability, Accessibility, Interoperability, and Reusability)-Geared Provenance Implementation: Proof-of-Concept Study. *JMIR Form Res.*, v. 7, e50027, 7 dec. 2023. DOI 10.2196/50027. PMID: 38060305; PMCID: PMC10739241.

GOHAR, A. N.; ABDELMAWGOUD, S. A.; FARHAN, M. S. A Patient-Centric Healthcare Framework Reference Architecture for Better Semantic Interoperability Based on Blockchain, Cloud, and IoT. *IEEE Access*, v. 10, p. 92137-92157, 2022. DOI <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3202902>.

GONZÁLEZ-CASTRO, L.; CAL-GONZÁLEZ, V. M.; DEL FIOL, G.; LÓPEZ-NORES, M. CASIDE: A data model for interoperable cancer survivorship information based on FHIR. *Journal of Biomedical Informatics*, v. 124, p. 103953, 2021. ISSN 1532-0464. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2021.103953>.

GUBIANI, J. S.; ROCHA, R. P.; D'ORNELLAS, M. C. Interoperabilidade Semântica do Prontuário Eletrônico do Paciente. In: SIMPÓSIO DA REGIÃO CENTRO/RS, 2., 2003, Santa Maria, RS. *Anais [...] Santa Maria: Departamento de Ciência da Informação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, 2003. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/554/000415301.pdf?sequence=1>. Acesso em: 21 out. 2024.

GUIMARÃES, T.; DUARTE, R.; CUNHA, J.; GOMES, P.; SANTOS, M. F. Security and Immutability of Open Data in Healthcare. *Procedia Computer Science*, v. 220, p. 832-837, 2023. ISSN 1877-0509. DOI <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.03.111>.

HADDAD, A. E.; LIMA, N. T. Saúde Digital no Sistema Único de Saúde (SUS). *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*, v. 28, e230597, 2024. DOI <https://doi.org/10.1590/interface.230597>

JARDIM, S. V. B. The Electronic Health Record and its Contribution to Healthcare Information Systems Interoperability. *Procedia Technology*, v. 9, p. 940-948, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017313002594>. Acesso em: 01 ago. 2024.

KASSEM, J. A.; DE LAAT, C.; TAAL, A.; GROSSO, P. The EPI Framework: A Dynamic Data Sharing Framework for Healthcare Use Cases. *IEEE Access*, v. 8, p. 179909-179920, 2020. DOI 10.1109/ACCESS.2020.3028051.

KELLY, Y. P.; KUPERMAN, G. J.; STEELE, D. J. R.; MENDU, M. L. Interoperability and patient electronic health record accessibility: opportunities to improve care delivery for dialysis patients. *Am J Kidney Dis.*, n. 76, p. 427-30, 2020. DOI 10.1053/j.ajkd.2019.11.001

KHAN, W. A.; HUSSAIN, M.; AFZAL, M.; AMIN, M. B.; SALEEM, M. A.; LEE, S. Personalized-detailed clinical model for data interoperability among clinical standards. *Telemed J E Health*, v. 19, n. 8, p. 632-642, aug. 2013. DOI 10.1089/tmj.2012.0189. PMID: 23875730; PMCID: PMC3719467.

KIOURTIS, A.; MAVROGIORGOU, A.; KYRIAZIS, D. Health information exchange through a Device-to-Device protocol supporting lossless encoding and decoding. *Journal of Biomedical Informatics*, v. 134, p. 104199, 2022. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2022.104199>.

KITCHENHAM, B. *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Australia: Keele

University Technical, 2004.

KOHLER, S.; BOSCA, D.; KÄRCHER, F.; HAARBRANDT, B.; PRINZ, M.; MARSCHOLLEK, M.; EILS, R. Eos and OMOCL: Towards a seamless integration of openEHR records into the OMOP Common Data Model. *Journal of Biomedical Informatics*, v. 144, p. 104437, 2023. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2023.104437>

KOKOL, P.; BLAŽUN VOŠNER, H.; KOKOL, M.; ZAVRŠNIK, J. Role of Agile in Digital Public Health Transformation. *Frontiers in Public Health*, v. 10, p. 899874, 2022. DOI <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.899874>

KUMAR, M.; CHAND, S. MedHypChain: A patient-centered interoperability hyperledger-based medical healthcare system: Regulation in covid-19 pandemic. *Journal of Network and Computer Applications*, v. 179, p. 102975, 2021. ISSN 1084-8045. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2021.102975>.

LANZOLA, G.; POLCE, F.; PARIMBELLI, E.; GABETTA, M.; CORNET, R.; GROOT, R.; KOGAN, A.; GLASSPOOL, D.; WILK, S.; QUAGLINI, S. The Case Manager: An Agent Controlling the Activation of Knowledge Sources in a FHIR-Based Distributed Reasoning Environment. *Appl Clin Inform.*, v. 14, n. 4, p. 725-734, aug. 2023. DOI 10.1055/a-2113-4443. Epub 2023 Jun 20. PMID: 37339683; PMCID: PMC10499504.

LASIERRA, N.; ALESANCO, A.; GUILLÉN, S.; GARCÍA, J. A three stage ontology-driven solution to provide personalized care to chronic patients at home. *J Biomed Inform.*, v. 46, n. 3, p. 516-29, jun. 2013. DOI 10.1016/j.jbi.2013.03.006. Epub 2013 Apr 6. PMID: 23567539.

LI, X. et al. Is blockchain for Internet of Medical Things a panacea for covid-19 pandemic? *Pervasive and Mobile Computing*, v. 75, p. 101434, 2021. DOI 10.1016/j.pmcj.2021.101434.

LODHA, L.; BAGHELA, V. S.; BHUVANA, J.; BHATT, R. A blockchain-based secured system using the Internet of Medical Things (IOMT) network for e-healthcare monitoring. *Measurement: Sensors*, v. 30, p. 100904, 2023. ISSN 2665-9174. DOI <https://doi.org/10.1016/j.measen.2023.100904>.

MARCO-RUIZ, L.; PEDRINACI, C.; MALDONADO, J. A.; PANZIERA, L.; CHEN, R.; BELLIKA, J. Gustav. Publication, discovery and interoperability of Clinical Decision Support Systems: A Linked Data approach. *Journal of Biomedical Informatics*, v. 62, p. 243-264, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S153204641630065X>. Acesso em: 01 ago. 2024.

MARCONDES, C. H. Interoperabilidade entre acervos digitais de arquivos, bibliotecas e museus: potencialidades das tecnologias de dados abertos interligados. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v.21, n.2, p.61-83, abr./jun. 2016.

MARIN, H. F.; DE SOUZA ZINADER, J. P.; DA SILVA PIRES, F. J.; de BARROS, J. V. The Brazilian digital health system: building the digital transformation to engage country citizens. In *Roadmap to Successful Digital Health Ecosystems*, Academic Press.p. 473-487, 2022. DOI <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823413-6.00003-3>

MASSUDA, A.; DALL'ALBA, R.; CHIORO, A.; TEMPORÃO, J. G.; CASTRO, M. C. (2023). After a far-right government: challenges for Brazil's Unified Health System. *The Lancet*, v. 401, n. 10380, p. 886-888, 2023. DOI [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(23\)00352-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(23)00352-5)

METTLER, T.; VIMARLUND, V. Understanding business intelligence in the context of healthcare. *Health Informatics Journal*, v. 15, n. 3, p. 254-264, 2009. DOI <https://doi.org/10.1177/1460458209337446>

MIYOSHI, N. S. B. *Arquitetura e métodos de integração de dados e interoperabilidade aplicados na saúde mental*. 2018. 127f. Tese (Doutorado em Ciências Médicas) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/17/17138/tde-20072018-100724/pt-br.php>. Acesso em: 20 fev. 2022.

MOURA JÚNIOR, L. de A. (2021). A Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020 - 2028. *Journal of Health Informatics*, v. 13, n. 1, 2021. Disponível em: <https://www.jhi.sbis.org.br/index.php/jhi-sbis/article/view/878>. Acesso em: 28 set. 2024.

MUKHERJEE, A. S.; SAHAY, S.; KUMAR, R.; BANTA, R.; JOSHI, N. A living lab within a lab: Approaches and challenges for scaling digital public health in resource-constrained settings. *Frontiers in Public Health*, v. 11, p.1187069, 2023. DOI <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1187069>

MURUGAN, M. *et al.* Genomic considerations for FHIR®; eMERGE implementation lessons. *J Biomed Inform.*, v. 118, p. 103795, jun. 2021. DOI 10.1016/j.jbi.2021.103795. Epub 2021 Apr 28. PMID: 33930535; PMCID: PMC8583906.

NSAGHURWE, A.; DWIVEDI, V.; NDESANJO, W.; BAMSI, H.; BUSIGA, M.; NYELLA, E.; MASSAWE, J. V.; SMITH, D.; ONYEJEKWE, K.; METZGER, J.; TAYLOR, P. One country's journey to interoperability: Tanzania's experience developing and implementing a national health information exchange. *BMC Med Inform Decis Mak*, v. 21, n. 1, p. 139, 29 abr. 2021. DOI 10.1186/s12911-021-01499-6. PMID: 33926428; PMCID: PMC8086308.

OLIVEIRA, D.; MIRANDA, R.; HAK, F.; ABREU, N.; LEUSCHNER, P.; ABELHA, A.; MACHADO, J. Steps towards an Healthcare Information Model based on openEHR. *Procedia Computer Science*, v. 184, p. 893-898, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050921007900>. Acesso em: 01 ago. 2024.

PAIVA, J. C. de; CARVALHO, T. de P. M.; VILELA, A. B. C. B.; NÓBREGA, G. Â. S. da; SOUZA, B. S. de; VALENTIM, R. A. de M. SMART: a service-oriented architecture for monitoring and assessing Brazil's Telehealth outcomes. *Research on Biomedical Engineering*, v. 34, n. 4, p. 317–328, 2018. DOI <https://doi.org/10.1590/2446-4740.18004>.

PAIXÃO, L. C.; FERREIRA, E. F.; RIBEIRO-SOBRINHO, A. P.; MARTINS, R. C. National analysis of dental teleconsulting of the Brazilian Telehealth Program. *Brazilian Oral Research*, v. 36, e110, 2022. DOI <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2022.vol36.0110>.

PAVÃO, J.; BASTARDO, R.; SANTOS, M.; ROCHA, N. P. The Fast Health Interoperability

Resources (FHIR) Standard and Homecare, a Scoping Review. *Procedia Computer Science*, v. 219, p. 1249-1256, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923004179>. Acesso em: 01 ago. 2024.

PEDRERA-JIMÉNEZ, M.; GARCÍA-BARRIO, N.; FRID, S.; MONER, D.; BOSCA-TOMÁS, D.; LOZANO-RUBÍ, R.; KALRA, D.; BEALE, T.; MUÑOZ-CARRERO, A.; SERRANO-BALAZOTE, P. Can OpenEHR, ISO 13606, and HL7 FHIR Work Together? An Agnostic Approach for the Selection and Application of Electronic Health Record Standards to the Next-Generation Health Data Spaces. *Journal of Medical Internet Research*, v. 25, e48702, 2023. DOI <https://doi.org/10.2196/48702>. PMID: 38153779; PMCID: PMC10784985.

RIGAS, E. S. *et al.* A hackathon as a tool to enhance research and practice on electronic health record systems' interoperability for chronic disease management and prevention. *Frontiers in Digital Health*, v. 5, p. 1275711, 14 nov. 2023. DOI [10.3389/fdgth.2023.1275711](https://doi.org/10.3389/fdgth.2023.1275711).

RINTY, M. R.; PRODAN, U. K.; RAHMAN, Md. Mijanur. A prospective interoperable distributed e-Health system with loose coupling in improving healthcare services for developing countries. *Array*, v. 13, p. 100114, 2022. DOI <https://doi.org/10.1016/j.array.2021.100114>.

ROSA, M.; FARIA, C.; BARBOSA, A. M.; CARAVAU, H.; ROSA, A. F.; ROCHA, N. P. A Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR) Implementation Integrating Complex Security Mechanisms. *Procedia Computer Science*, v. 164, p. 524-531, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050919313051>. Acesso em: 01 ago. 2024.

RUBÍ, J. N. S. L.; GONDIM, P. R. IoMT Platform for Pervasive Healthcare Data Aggregation, Processing, and Sharing Based on OneM2M and OpenEHR. *Sensors (Basel)*, v. 19, n. 19, p. 4283, 3 oct. 2019. DOI [10.3390/s19194283](https://doi.org/10.3390/s19194283). PMID: 31623304; PMCID: PMC6806104.

RUBIO, Ó. J.; TRIGO, J. D.; ALESANCO, Á.; SERRANO, L.; GARCÍA, J. Analysis of ISO/IEEE 11073 built-in security and its potential IHE-based extensibility. *Journal of Biomedical Informatics*, v. 60, p. 270-285, 2016. DOI [10.1016/j.jbi.2016.02.006](https://doi.org/10.1016/j.jbi.2016.02.006).

RYU, B.; SHIN, S. Y.; BAEK, R. M.; KIM, J. W.; HEO, E.; KANG, I.; YANG, J. S.; YOO, S. Clinical Genomic Sequencing Reports in Electronic Health Record Systems Based on International Standards: Implementation Study. *J Med Internet Res.*, v. 22, n. 8, e15040, 10 aug. 2020. DOI [10.2196/15040](https://doi.org/10.2196/15040). PMID: 32773368; PMCID: PMC7445611.

SEONG, D.; JUNG, S.; BAE, S.; CHUNG, J.; SON, D. S.; YI, B. K. Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR)-Based Quality Information Exchange for Clinical Next-Generation Sequencing Genomic Testing: Implementation Study. *J Med Internet Res.*, v. 23, n. 4, e26261, 28 abr. 2021. DOI [10.2196/26261](https://doi.org/10.2196/26261). PMID: 33908889; PMCID: PMC8116992.

SILVA SOUZA, E.; QUEIROZ, J. E. A.; MATOS, R. W. M.; FREIRE, L. L.; BRITO, K. N. P.; NEVES, G. N.; SANTOS, P. X.; SANTANA, R. S. Rede nacional de dados em saúde e

Conecte SUS: usuário como protagonista do cuidado na assistência farmacêutica. *Jornal de Assistência Farmacêutica e Farmacoeconomia*, v. 1, 2023. s. 2. DOI <https://doi.org/10.22563/2525-7323.2023.v1.s2.p.81>

SILVA, A. S. *et al.* Desafios da incorporação da tecnologia na saúde. *Revista de Saúde Pública*, v. 49, p. 68, 2015. DOI 10.1590/S0034-8910.2015049005538. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/KZL5mffbBTjnzktJp7Tpn3d/?lang=en>. Acesso em: 02 mar. 2023.

SINACI, A. A.; LALECI ERTURKMEN, G. B. A federated semantic metadata registry framework for enabling interoperability across clinical research and care domains. *Journal of Biomedical Informatics*, v. 46, n. 5, p. 784-794, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1532046413000750>. Acesso em: 01 ago. 2024.

TORAB-MIANDOAB, A. *et al.* Interoperability of heterogeneous health information systems: a systematic literature review. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, v. 23, n. 18, 2023. DOI <https://doi.org/10.1186/s12911-023-02115-5>

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005. DOI <https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000300009>. Acesso em: 12 fev. 2022.

VALENTIM, R. A. M. *et al.* A relevância de um ecossistema tecnológico no enfrentamento à Covid-19 no Sistema Único de Saúde: o caso do Rio Grande do Norte, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 26, n. 6, p. 2035-2052, 2021. DOI <https://doi.org/10.1590/1413-81232021266.44122020>.

VORISEK, C. N.; LEHNE, M.; KLOPFENSTEIN, S. A. I.; MAYER, P. J.; BARTSCHKE, A.; HAESE, T.; THUN, S. Fast healthcare interoperability resources (FHIR) for interoperability in health research: systematic review. *JMIR Medical Informatics*, v. 10, n. 7, e35724, 2022. DOI <https://doi.org/10.2196/35724>

YOO, J.; LEE, J.; MIN, J. Y.; CHOI, S. W.; Kwon, J. M.; CHO, I.; LIM, C.; CHOI, M. Y.; CHA, W. C. Development of an Interoperable and Easily Transferable Clinical Decision Support System Deployment Platform: System Design and Development Study. *J Med Internet Res.*, v. 24, n. 7, e37928, 27 jul. 2022. DOI 10.2196/37928. PMID: 35896020; PMCID: PMC9377482.