



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA E  
DE COMPUTAÇÃO



# **Salus: Uma Arquitetura de Saúde Digital Aplicada à Gestão de Casos de Sífilis**

**Philippi Sedir Grilo de Moraes**

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Aleksandro de Medeiros Valentim

**Tese de Doutorado** apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e de Computação da UFRN (área de concentração: Engenharia de Computação) como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Número de ordem PPgEEC: 293  
Natal, RN, março de 2021

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN  
Sistema de Bibliotecas - SISBI  
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Morais, Philippi Sedir Grilo de.

Salus: uma arquitetura de saúde digital aplicada à gestão de casos de sífilis / Philippi Sedir Grilo de Moraes. - 2021. 65f.: il.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação, Natal, 2021.

Orientador: Dr. Ricardo Aleksandro de Medeiros Valentim.

1. Sífilis Não - Tese. 2. Gestão de Casos da Sífilis - Tese. 3. Arquitetura Tecnológica - Tese. 4. Sífilis Congênita - Tese. 5. Monitoramento - Tese. I. Valentim, Ricardo Aleksandro de Medeiros. II. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 004

*Dedico este trabalho aos meus  
amados pais, Jane e Roberto, a  
quem agradeço as bases que deram  
para me tornar a pessoa que sou  
hoje.*

---

# Agradecimentos

---

Agradeço ao meu namorado, Paulo, que esteve ao meu lado durante todo o período e me apoiou nas horas mais críticas, tornando essa jornada mais leve.

Ao meu orientador e amigo, Ricardo Valentim, que me motivou, deu conselhos, buscou soluções e forneceu todos os recursos necessários para que este trabalho fosse realizado. Aos amigos e pesquisadores Jailton Paiva e Ion de Andrade, que nortearam os conhecimentos nos âmbitos da tecnologia e da saúde pública.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde que me apoiaram em algum momento no desenvolvimento deste trabalho. Especialmente, agradeço a Daniele Montenegro, Jailton Paiva, Thaísa Lima e Túlio Paiva pelas importantes contribuições. Agradeço também aos amigos Beatriz Soares, Fernando Lucas, Lyo Lima, Raphael Fontes, Rodrigo Silva e Welkson Renny.

Aos amigos, em especial, Allythy Souza, Anne Caldas, Ana Clarissa (Juízo), Geraldo Castro, Henrique Miranda, Janaína Rodrigues, Joice Taciana (Primor), meu primo-irmão Jorge Henrique, Mizziara de Paiva e Raquel Oliveira. É uma verdadeira alegria criar vínculos com pessoas agradáveis que tanto me ajudaram com conselhos, desabafos e momentos de descontração ao longo dessa jornada.

A equipe da Secretaria Municipal de Saúde de Natal/RN, em especial a Aline Delgado, Juliana Araújo, Karen Teixeira, Laís Oliveira, Tamires Mendes e Tarcio Fulvio pelo apoio ao trabalho desenvolvido.

Agradeço também aos membros da banca de defesa pelas valiosas contribuições.

---

# Resumo

---

A sífilis no Brasil cresceu mais de 5000% entre 2012 e 2017, isso chamou a atenção do Ministério da Saúde que no ano de 2017 declarou que o Brasil vivia uma epidemia de sífilis. A face mais dura da sífilis está na transmissão vertical, ou seja, quando uma mulher gestante transmite o *Treponema Pallidum* para o seu bebê. O Tribunal de Contas da União (TCU), por meio de uma auditoria séria e profunda a respeito do aumento dos casos de sífilis no Brasil, fez vários apontamentos e recomendações, dentre eles a necessidade de desenvolver ferramentas e tecnologias que possibilitem monitorar com maior eficiência a evolução da sífilis. Todavia, quando se trata de monitoramento é importante observar para além das questões epidemiológicas, diagnóstico, o cuidado, o tratamento e a cura. Esses fatores são importantes, por exemplo, para eliminar a transmissão vertical da sífilis e, conseqüentemente, a sífilis congênita, sendo esta última um dos maiores desafios para o Brasil. Neste contexto, é necessário, portanto, que as ações para o enfrentamento da sífilis no Brasil estejam coadunadas entre a Vigilância e a Atenção à Saúde. Essas duas áreas apesar de serem concebidas pelo Sistema Único de Saúde (SUS) como essencialmente articuladas entre si, atuam em grande parte do país de forma dicotômica, inclusive no próprio Ministério da Saúde. Isso ocorre algumas vezes pela falta de integração entre as equipes que atuam em espaço diferentes da saúde, ou porque as tecnologias disponibilizadas pelo DATASUS estão muito longe de compreenderem a necessidade de mediar uma lógica de integração entre essas áreas estratégicas do SUS. A presente tese de doutorado está, portanto, situada nesta dimensão, ela traz em sua discussão o desenvolvimento de uma arquitetura tecnológica que de fato é uma solução de saúde digital que media por meio tecnologia a integração entre a Vigilância e a Atenção a Saúde. Para tanto, incorpora em seu fluxo a gestão de casos da Sífilis no território, ou seja, no município, locais onde a saúde mais se aproxima da população. Ao mesmo tempo, produz indicadores epidemiológicos e assistenciais sobre a sífilis. A construção e a validação desta arquitetura foram realizadas no município de Natal-RN e toda a discussão em torno do desenvolvimento e aplicação são apresentadas nesta tese de doutorado.

**Palavras-chave:** Sífilis Não; Gestão de Casos da Sífilis; Salus; Arquitetura Tecnológica; Sífilis Congênita; Monitoramento.

---

# Abstract

---

Syphilis in Brazil grew by over 500% between 2012 and 2017, this drew the attention of the Ministry of Health, which in 2017 declared a syphilis epidemic Brazil. The hardest side of syphilis is in vertical transmission, that is, when a pregnant woman transmits *Treponema Pallidum* to her baby. The Federal Court of Accounts (TCU - Brazil), through a serious and in-depth audit regarding the increase in syphilis cases in Brazil, made several notes and recommendations, among them the need to develop tools and technologies that make it possible to monitor more efficiently the evolution of syphilis countrywide. However, when it comes to monitoring it is important to look beyond epidemiological issues, diagnosis, care, treatment and cure. These factors are important, for example, to eliminate vertical transmission of syphilis and, consequently, congenital syphilis, the latter being one of the greatest challenges for Brazil. In this context, it is necessary, therefore, that the actions to face syphilis in Brazil are coordinated between Health Surveillance and Health Care. These two areas, despite being conceived by the Brazilian Health System (SUS) as essentially articulated with each other, operate in a large part of the country in a dichotomous way, including in the Ministry of Health itself. This sometimes occurs due to the lack of integration between the teams that they work in different areas of health, or because the technologies made available by DATASUS are far from understanding the need to mediate a logic of integration between these strategic areas of SUS. The present doctoral thesis is, therefore, situated in this dimension, it brings in its discussion the development of a technological architecture that in fact is a digital health solution that mediates the integration between Health Surveillance and Health Care through technology. both, it incorporates in its flow the management of cases of Syphilis in the territory, that is, in the municipality, places where health is closest to the population. At the same time, it produces epidemiological and care indicators on syphilis. The construction and validation of this architecture were carried out in the city of Natal-RN and the entire discussion surrounding the development and application is presented in this doctoral thesis.

**Keywords:** Syphilis No; Syphilis Case Management; Salus; Technological Architecture; Congenital syphilis; Monitoring.

---

# Sumário

---

<b>Sumário</b>	<b>i</b>
<b>Lista de Figuras</b>	<b>iii</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>iv</b>
<b>Lista de Algoritmos</b>	<b>v</b>
<b>Lista de Símbolos e Abreviaturas</b>	<b>vi</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos . . . . .	7
1.2 Objetivos específicos . . . . .	7
1.3 Estrutura da Tese . . . . .	8
<b>2 Materiais e Métodos</b>	<b>9</b>
2.1 Tecnologias utilizadas na construção da arquitetura . . . . .	9
2.1.1 Interoperabilidade . . . . .	10
2.1.2 Segurança . . . . .	11
2.2 Pesquisa-ação . . . . .	12
<b>3 Salus: Uma Visão Arquitetural</b>	<b>14</b>
3.1 Descrição Geral da Arquitetura . . . . .	14
3.2 Inquéritos Populacionais - PCAP . . . . .	24
3.3 Algoritmos para tratamento dos dados . . . . .	24
<b>4 Resultados e Discussão</b>	<b>27</b>
4.1 Análise na base de dados do SINAN . . . . .	36
4.2 Resultados dos Inquéritos Populacionais - PCAP . . . . .	38
4.3 Teste de Desempenho . . . . .	41
4.3.1 Configuração do Cenário de Teste . . . . .	43
4.3.2 Resultados do Teste de Desempenho . . . . .	44
<b>5 Conclusão</b>	<b>46</b>
5.1 Considerações sobre às questões problemas da tese: contribuições . . . . .	46
5.2 Considerações Finais e Trabalhos em Perspectiva . . . . .	47





---

# Lista de Figuras

---

3.1	Visão geral da arquitetura da Plataforma Salus . . . . .	15
3.2	Visão de Desenvolvimento - Componentes Internos e Externos do Salus .	18
3.3	Visão Lógica - Modelo Entidade-Relacionamento dos Componentes Gestão de Casos e Motor de Negócio . . . . .	20
3.4	Visão de Casos de Uso (+1) da Plataforma Salus - Requisitos do Componente Gestão de Casos . . . . .	21
3.5	Visão de Casos de Uso (+1) da Plataforma Salus - Requisitos do Componente Gestão de Notificações . . . . .	22
3.6	Visão de Processo - Geração dos Indicadores . . . . .	23
4.1	Monitoramento das notificações recebidas . . . . .	28
4.2	Detalhes da notificação . . . . .	29
4.3	Gestão de Casos da Sífilis - Dados do paciente . . . . .	30
4.4	Gestão de Casos da Sífilis - Adição de um novo Plano Terapêutico . . . .	31
4.5	Gestão de Casos da Sífilis no Salus - Registro da Dose Aplicada . . . . .	32
4.6	Alertas para o usuário . . . . .	32
4.7	Construtor de Painéis de Indicadores . . . . .	33
4.8	Painel Público de Indicadores - Dados de Incidência . . . . .	34
4.9	Painel de Indicadores - Mapa de Calor por semana Epidemiológica . . . .	35
4.10	Gráfico Comparativo de Diferença das Notificações de Sífilis Congênita .	37
4.11	Gráfico Comparativo de Diferença das Notificações de Sífilis em Gestante	38
4.12	Tela de Construção do Inquérito no Módulo PCAP . . . . .	39
4.13	Tela da aplicação de um inquérito no Módulo PCAP - Versão Mobile e na Versão Web . . . . .	40
4.14	Tela do submódulo de Monitoramento das Respostas do Inquérito no Módulo PCAP . . . . .	41
4.15	Resultados de transações por segundo obtidas com a ferramenta JMeter .	45

---

# Lista de Tabelas

---

1.1	Número de casos de Sífilis no Brasil, 2010-2017 . . . . .	2
4.1	Discriminação dos motivos de registros fora de conformidade . . . . .	36
4.2	Tabela comparativa da quantidade de notificações entre as bases do SI- NAN em Natal/RN . . . . .	37
4.3	Quantidade de requisições e picos de acessos na hora, minuto e segundos pontos das 6 funcionalidades mais utilizadas . . . . .	42
4.4	Resultados dos experimentos obtidos com a ferramenta JMeter . . . . .	44

---

# Lista de Algoritmos

---

1	Algoritmo de associação de bairro . . . . .	26
---	---	----

---

# Lista de Símbolos e Abreviaturas

---

AB	Atenção Básica
API	<i>Application Programming Interface</i>
CIEVS	Centro de Informações Estratégicas em Vigilância em Saúde
CNES	Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde
CNS	Cartão Nacional SUS
CPF	Cadastro de Pessoas Físicas
CSRF	<i>Cross-Site Request Forgery</i>
DAB	Departamento de Atenção Básica
DVS	Departamento de Vigilância em Saúde
GAL	Gerenciador de Ambiente Laboratorial
HIV	Vírus da Imunodeficiência Humana
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IST	Infecção Sexualmente Transmissível
JSON	<i>Javascript Object Notation</i>
MII	Motor de Interoperabilidade e Integração
MS	Ministério da Saúde
MVC	<i>Model-View-Controller</i>
NAN	Núcleo de Agravos Notificáveis
NASF	Núcleo Ampliado de Saúde da Família e Atenção Básica
OkBR	Open Knowledge Brasil
OMS	Organização Mundial da Saúde
ORM	<i>Object Relational Mapper</i>

OWASP	<i>Open Web Application Security Project</i>
PCAP	Pesquisa de Conhecimentos, Atitudes e Práticas na População Brasileira
PNIIS	Política Nacional de Informação e Informática em Saúde
REST	Representational State Transfer
RNDS	Rede Nacional de Dados em Saúde
SEMPLA	Secretaria Municipal de Planejamento
SIPNI	Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunizações
SIS	Sistema de Informação em Saúde
SSL	<i>Secure Socket Layer</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
TCU	Tribunal de Contas da União
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
TP	Tempo de Processamento
TR	Tempo de Resposta
TT	Taxa de Transferência
UBS	Unidade Básica de Saúde
URI	<i>Uniform Resource Identifier</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>
XSS	<i>Cross-Site scripting</i>

---

# Capítulo 1

## Introdução

---

A sífilis é um problema grave de saúde pública que, nos últimos anos, vem apresentando tendências de crescimento na maioria dos países de renda média, como é o caso brasileiro (de Andrade et al. 2020, de Moraes Pinto et al. 2021). A sífilis é uma Infecção Sexualmente Transmissível (IST), curável e de caráter sistêmico, causada pela bactéria *Treponema Pallidum*. A infectividade por transmissão sexual é maior (cerca de 60%) nos estágios iniciais (primária, secundária e latente recente), diminuindo gradualmente com o passar do tempo (latente tardia e terciária). Pode ser transmitida também da mãe para o feto, causando consequências, como aborto, natimorto, parto pré-termo, retardo do desenvolvimento neuropsicomotor, lesões de pele e malformações, com mortalidade em torno de 40% nas crianças infectadas (Milanez 2016). Segundo a OMS, a sífilis atinge mais de 12 milhões de pessoas em todo o mundo. Uma de suas manifestações mais danosa, a sífilis congênita, contabiliza 1,6 milhões de casos (Lago 2016, de Andrade et al. 2020, de Moraes Pinto et al. 2021).

Embora o controle da sífilis esteja ao alcance de vários países, a sua eliminação depende, em grande medida, da disposição e vontade política dos gestores locais, da colaboração dos profissionais da saúde e da sociedade, em prol de um movimento pela qualidade da atenção às gestantes e suas parcerias sexuais durante o pré-natal, de uma mobilização nacional para ampliação do acesso ao diagnóstico e ao tratamento, e de interação efetiva com outros setores de governo, com a comunidade, principalmente, com as redes do movimento popular de mulheres, as comunidades de base e a acadêmica.

É importante destacar que a sífilis se situa entre muitos outros agravos negligenciados no país. Além disso, variáveis estruturais relacionadas à queda da produção mundial da matéria prima da penicilina levaram vários países ao desabastecimento.

Em outubro de 2016, o Ministério da Saúde lançou uma agenda estratégica nacional (de Andrade et al. 2020, de Moraes Pinto et al. 2021), onde estabeleceu um rol de prioridades visando à qualificação da atenção à saúde para prevenção, assistência, tratamento e vigilância da sífilis renovada em 2017 (World Health Organization 2007), alinhada com as exigências dos órgãos de controle federal para reverter os números reportados.

Em setembro de 2017, após uma extensa auditoria, o Tribunal de Contas da União (TCU) emitiu relatório operacional (Acórdão nº 2019/2017-PL) do Tribunal de Contas da União (TCU), sobre a atuação do governo federal no controle da incidência da sífilis, onde constam dos seguintes itens:

Tabela 1.1: Número de casos de Sífilis no Brasil, 2010-2017

Agravo	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017 <sup>1</sup>	Total (2010 a junho de 2017)
Sífilis Adquirida <sup>2 3</sup>	3.822	18.139	27.801	39.158	50.262	68.526	87.593	47.230	342.531
Sífilis em Gestantes <sup>3</sup>	10.040	13.728	16.415	20.896	26.594	32.651	37.436	15.235	172.995
Sífilis Congênita <sup>2 3</sup>	6.946	9.486	11.632	13.968	16.278	19.550	20.474	8.909	107.243

Fonte: Adaptado de Brasil (2018)

Sumário: Relatório de auditoria operacional. atuação do governo federal no controle da incidência da sífilis. Carência de monitoramento, por meio de indicadores desagregados por entes federados, sobre o desempenho dos serviços de saúde no controle da enfermidade. Inefetividade das estratégias de prevenção primária da doença. Deficiências no diagnóstico e tratamento no âmbito da atenção básica de saúde. diagnóstico tardio de gestantes com sífilis. Dificuldades na aquisição de medicamentos para tratamento, tendo em vista a situação de desabastecimento da penicilina no mercado nacional. Recomendações. proposta de plano de ação. Ciência à comissão de fiscalização financeira e controle da câmara dos deputados em atendimento à solicitação do congresso nacional objeto do tc 024.392/2016-2.

De acordo com os dados do Boletim Epidemiológico de Sífilis, divulgado pelo MS em outubro de 2017 (Workowski e Bolan 2015), no Brasil houve aumento constante no número de casos de sífilis adquirida, em gestante e congênita. Como pode ser observado em números absolutos na Tabela 1.1.

Nesse sentido, para que se reverta o cenário atual da sífilis no Brasil é importante o desenho de estratégias que vão além da descentralização organizacional do sistema e que incorporem investimentos em saúde ancorados na equidade regional, a fim de superar as dificuldades do financiamento da saúde no cenário atual. Para tanto, aposta-se na articulação e aprofundamento da resposta à sífilis nas redes de atenção, pressupondo também a participação direta das organizações de base comunitária no território e articulada aos serviços de saúde.

Para avançar nessa direção é necessário que as ações desenvolvidas pelas organizações de base comunitária estejam integradas às referidas redes. Cabe dizer que em geral as ações desenvolvidas por essas Organizações são dirigidas a populações vulneráveis (gays e homens que fazem sexo com homens, transexuais e trabalhadoras do sexo).

Na definição das redes de atenção essas ações se constituem em diferentes espaços de produção de cuidado. Nessa proposta interfederativa, tais espaços serão utilizados para implementação das linhas de cuidado de sífilis (em gestante e parcerias, crianças

<sup>1</sup>Casos notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) até 30/06/2017.

<sup>2</sup>Sífilis adquirida em maiores de 12 anos e sífilis congênita em menores de um ano.

<sup>3</sup>Taxas de sífilis adquirida por 100.000 habitantes; e taxas de sífilis em gestantes e sífilis congênita por 1.000 nascidos vivos.

expostas e sífilis adquiridas), também com intervenção em populações-chave, uma vez que os últimos estudos de prevalência nacional também indicaram aumento substantivo dos casos de sífilis nas populações consideradas chave para a epidemia de IST, HIV/aids e hepatites virais.

É premente, portanto, estabelecer meios para fortalecer uma resposta rápida para o controle da sífilis nas redes de atenção em saúde, que seja também mediada por ferramentas tecnológicas tanto para utilização de gestores e profissionais de saúde, como pela população geral e populações chave (ou de maior vulnerabilidade). Tais ferramentas terão como papel fundamental repercutir informações e maximizar a eficiência da resposta nacional frente aos casos de sífilis.

Diante dessas perspectivas, há um conjunto de ações que se coadunam com a efetividade no combate e no controle da sífilis, e que serão construídos de forma alinhada ao objeto do trabalho de cooperação entre a Universidade e o Sistema Único de Saúde (SUS), em quatro grandes áreas de cooperação, a saber:

- Vigilância
  - Fortalecimento dos sistemas de informações estratégicas para vigilância em saúde;
  - Qualificação das informações epidemiológicas, notificação e investigação, com seguimento clínico-laboratorial e fechamento dos casos de sífilis adquirida, sífilis em gestantes e sífilis congênita.
- Gestão e Governança
  - Fortalecimento da integração e interdependência dos gestores estaduais e municipais participantes do projeto com as instâncias de homologação e deliberação em seu território;
  - Fortalecimento de ações intersetoriais no território;
  - Fortalecimento da gestão e governança colaborativa para operacionalização de uma resposta rápida à sífilis;
  - Instalação de uma sala de situação nacional que contenha informações voltadas para a tomada de decisão e o fortalecimento da gestão e da prática profissional, incluindo a geração de conhecimento no campo de resposta rápida à sífilis e o monitoramento do desenvolvimento do projeto.
- Cuidado Integral
  - Operacionalização da linha de cuidado da sífilis adquirida, da criança exposta à sífilis e com sífilis congênita em seus diferentes níveis de complexidade nas redes de atenção, incluindo os pontos de prevenção e de intervenção direcionados à populações-chave;
  - Aumento da cobertura de diagnóstico;
  - Aumento da cobertura de tratamento;



- Ampliação e implementação dos Comitês de Investigação de Transmissão Vertical de HIV e Sífilis nos estados, municípios e/ou regiões de saúde, sem sobreposição de agendas com comitês já existentes e atuantes no campo;
  - Fortalecimento dos processos de trabalho e do papel das equipes de Atenção Básica e de Saúde da Família na promoção da saúde sexual e saúde reprodutiva.
- Educomunicação
    - Operacionalização de um ecossistema comunicativo com relações amplas e sólidas entre comunicação e educação;
    - Uso de mediação tecnológica com foco na educação e comunicação para disseminação de informações voltadas para profissionais, gestores, usuários, população geral.

Todas essas ações deverão ser elaboradas e implementadas, sempre que possível e aplicável, por meio de mecanismos baseados em tecnologias de informação e comunicação. Para tanto, deverão ser utilizados modelos baseados em aprendizagem mediados por tecnologias, como meio para qualificação e formação da rede de resposta nacional. Desse modo, além de criar meios para aprimorar a gestão e a governança com relação ao combate e ao controle da sífilis, a rede poderá operar interna e externamente promovendo prevenção e tratamento, de maneira a reduzir os índices de contágio e aumentar a promoção à saúde integral conforme preconiza a lei 8080/90.

Ao mesmo tempo, ao compreender a necessidade de controlar o avanço da sífilis no Brasil, torna-se necessário conseguir mensurar de forma preditiva quais recursos e infraestrutura são necessários. Nessa perspectiva, é importante o papel e a obrigatoriedade da Vigilância em Saúde no processo. Nesse sentido, vale destacar que:

A Portaria Nº 1.378, de 9 de julho de 2013, regulamenta as responsabilidades e define diretrizes para execução e financiamento das ações de Vigilância em Saúde pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios, relativos ao Sistema Nacional de Vigilância em Saúde e Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (Kerani et al. 2007)

A vigilância em saúde no Brasil tem como objetivo primário observar e analisar continuamente a situação de saúde da população. Nesse contexto, ela articula um conjunto de ações destinadas a controlar determinantes, riscos e danos à saúde de populações. Igualmente, a vigilância em saúde busca garantir a integralidade da atenção, o que inclui tanto a abordagem individual como a coletiva dos problemas de saúde, com a consideração da territorialidade como um lugar importante para definição das ações, das estratégias e das políticas de saúde.

Com isso, o uso de ferramentas para análise de dados que mapeie o conhecimento sobre a sífilis, inclusive de forma espacial, torna-se imprescindível. Os conhecimentos, até então produzidos, devem ter um olhar para o território e para as equipes de saúde nos municípios, nos serviços de média e de alta complexidade. Todavia, não é possível

esquecer as redes de atenção especializada nesse contexto. É preciso também conhecer e correlacionar os aspectos econômicos e demográficos, a fim de estabelecer análises das políticas de saúde e não somente dos dados.

O trabalho e as atividades diárias na vigilância em saúde devem circunscrever todos os níveis de atenção à saúde. Com base em suas competências e nos recursos disponíveis, às equipes de saúde na atenção primária podem desenvolver habilidades de programação e de planejamento. Com isso, é possível organizar os serviços de forma programada para a atenção à saúde das pessoas, aspecto que fortalece o aumento do acesso da população a diferentes serviços, atividades e ações de saúde.

As ações de Vigilância em Saúde, incluindo-se a promoção da saúde, devem estar inseridas no cotidiano das equipes de Atenção Primária (Saúde da Família), com atribuições e responsabilidades definidas em território único de atuação, integrando os processos de trabalho, planejamento, monitoramento e avaliação dessas ações (Organization e Others 2017, dos Santos et al. 2020, Domingues et al. 2014, Kamb et al. 2010).

Com foco na integralidade do cuidado, a vigilância em saúde deve permear as redes de atenção à saúde, coordenadas pela Atenção Primária à Saúde. Dessa forma, com base nos problemas anteriormente relatados sobre a sífilis, a integração entre a Vigilância em Saúde e a Atenção Primária à Saúde, é algo mandatário. Isso porque a implementação e o desenvolvimento da integralidade, cujo foco são os resultados, dependem dessa ação. Para tanto, é necessário o desenvolvimento de processos de trabalho alinhados à realidade local, que preserve as especificidades dos lócus regionais e que prime pelo compartilhamento de suas tecnologias, tendo por diretrizes (Kamb et al. 2010):

1. compatibilização dos territórios de atuação das equipes, com a gradativa inserção das ações de vigilância em saúde nas práticas das equipes da Saúde da Família;
2. planejamento e programação integrados às ações individuais e coletivas;
3. monitoramento e avaliação integrada;
4. reestruturação dos processos de trabalho com a utilização de dispositivos e metodologias que favoreçam a integração da vigilância, prevenção, proteção, promoção e atenção à saúde, tais como linhas de cuidado, clínica ampliada, apoio matricial, projetos terapêuticos e protocolos, entre outros;
5. educação permanente dos profissionais de saúde, com abordagem integrada nos eixos da clínica, vigilância, promoção e gestão.

Com base nos dados epidemiológicos da sífilis e diante desse contexto, as avaliações, os indicadores e o monitoramento da vigilância em saúde devem abranger, de forma integrada, todos os departamentos da vigilância da saúde. Assim, será possível compilar os dados, transformá-los em informações para, a partir da análise de cenários e de simulações, construir fortes bases e evidências para a gestão do conhecimento da vigilância

em saúde. Esses aspectos irão produzir metodologias e ferramentas que impactarão sobre a gestão e a vigilância em saúde centrada na integralização e no combate à sífilis, fator significativo que poderá tornar o sistema de vigilância nacional mais resiliente, ou seja, poderá oferecer melhor capacidade de resposta.

O artigo 2º da Portaria Nº 1.378 (Brasil 2013b) especifica, de forma geral, a Vigilância em Saúde no Brasil, que é:

[...] a constituição de um processo contínuo e sistemático de coleta, consolidação, análise e disseminação de dados sobre eventos relacionados à saúde, visando o planejamento e a implementação de medidas de saúde pública para a proteção da saúde da população, a prevenção e controle de riscos, agravos e doenças, bem como para a promoção da saúde.

Diante dessa conjuntura e sob a égide da resiliência, no campo da vigilância em saúde, é possível observar sua atuação sob duas perspectivas, proativa e reativa. A primeira atua na lógica preditiva e tenta antecipar eventos que poderão ocorrer. Assim, busca implementar ações preventivas a fim de evitar surtos de doenças. Já na segunda, é preciso ter evidências mais aprofundadas, melhor qualificadas e dotadas de um embasamento temporal para poder traçar estratégias eficientes no controle de algumas doenças, como, por exemplo, a sífilis ou a AIDS. Nesse caso, faz-se necessário ter informações consistentes e baseadas em análises históricas a respeito do perfil dos pacientes, da doença, conhecendo os fatores de risco antes de definir quaisquer políticas de combate e de controle.

Há, portanto, a imprescindibilidade de se produzir uma metodologia que possibilite integrar o universo que envolve a vigilância em saúde com os aspectos que conectam estados, municípios e agravos em crescimento. Esse modelo deve agregar os diversos dados da saúde no campo da sífilis e correlacioná-los a dados do campo social, demográfico e econômico. Essas correlações devem ser especializadas e orientadas a tomadas de decisões. Tais mecanismos e ferramentas, uma vez implementados, poderão contribuir com os desafios da vigilância em saúde no Brasil, os quais estarão direcionados à lógica do funcionamento em rede.

No contexto das tecnologias como instrumento mediador para o enfrentamento à sífilis, as questões problemas desta tese de doutorado sustenta-se justamente nas seguintes perguntas:

1. É possível desenvolver uma solução de saúde digital que seja capaz de articular sinergicamente a vigilância e atenção à saúde no Brasil, cujo olhar seja das partes para o todo, ou seja, dos municípios e dos estados para a união?
2. No contexto da sífilis, é possível desenvolver uma arquitetura tecnologia que faça a gestão de casos centrada na integração entre a vigilância e a atenção à saúde, como forma de qualificar os processos de trabalhos nestas duas dimensões e prover uma visão mais sistêmica e global dos casos de sífilis no território?
3. É possível por meio de uma solução de saúde digital centrada na gestão de casos da sífilis contribuir para a eliminação da sífilis congênita nos municípios? E com isso indicar que o município alcançou indicadores para certificação da eliminação da sífilis congênita?

A formulação do problema da tese foram alicerçadas nestas questões, portanto, a pesquisa desenvolvida teve como base a seguinte hipótese:

Uma solução de saúde digital articulada a Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (PNIIS) (Brasil 2015) do Sistema Único de Saúde (SUS) que integre a vigilância e a atenção à saúde é capaz de produzir uma gestão mais racional dos casos de sífilis no território. Com isso, prover oportunamente dados e informações que possam gerar conhecimento subsidiadores das tomadas de decisões para indução da saúde pública no enfrentamento à sífilis no território.

## 1.1 Objetivos

O principal objetivo deste trabalho Desenvolver uma solução de saúde digital capaz de integrar as áreas da vigilância e atenção à saúde para gestão de casos de sífilis nos territórios brasileiros, cuja arquitetura tecnológica seja interoperável a Rede Nacional de Dados em Saúde (RNDS) do DATASUS/Ministério da Saúde.

## 1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho consistem em:

- Elicitar os requisitos para definir a arquitetura de gestão casos (Salus);
- Desenvolver arquitetura Salus com base no modelo de interoperabilidade da Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (PNIIS) e da Rede Nacional de Dados em Saúde (RNDS);
- Implantar uma versão piloto do Salus na Secretaria Municipal de Natal/RN e testar com grandes volumes de dados epidemiológicos;
- Elaborar algoritmos para qualificar os dados epidemiológicos do Salus oriundos de bases de dados externas;
- Desenvolver um módulo de gestão de casos aplicado a integração da Vigilância e Atenção à Saúde;
- Realizar análise de desempenho da arquitetura;
- Elaborar e produzir uma área para transparência de dados com publicação de boletins epidemiológicos e área de dados abertos; e
- Testar e validar os componentes de interoperabilidade de dados da arquitetura Salus.

### **1.3 Estrutura da Tese**

A tese de doutorado está organizada em quatro capítulos. O Capítulo 1 com a contextualização da sífilis no Brasil. Portanto, foi feita a problematização do objeto de estudo da pesquisa, com as principais questões problema da tese e hipótese a ser testada.

O Capítulo 2 aborda os materiais e métodos dos principais tópicos relacionados ao desenvolvimento da arquitetura proposta, com o intuito de preparar o leitor para as discussões seguintes.

O Capítulo 3 tem o objetivo de descrever a solução anunciada nesta Tese de Doutorado, abordando a arquitetura, os principais fluxos e as tecnologias utilizadas durante o projeto e o desenvolvimento do Salus.

O Capítulo 4 descreve os procedimentos para os experimentos realizados referentes a testes de desempenho, análises realizadas em dados, além dos resultados aclarados.

Por fim, no Capítulo 5 são discutidos os resultados obtidos a partir dos experimentos, bem como os desafios, os impactos, as contribuições e, por último, as investigações futuras relacionados ao presente trabalho.

---

# Capítulo 2

## Materiais e Métodos

---

O presente capítulo aborda a fundamentação teórica dos principais tópicos relacionados ao desenvolvimento deste trabalho, com a finalidade de subsidiar o leitor nos conteúdos em seguida.

Aqui serão abordados os temas que envolvem arquitetura de sistemas, incluindo interoperabilidade em Sistemas de Informação, segurança em sistemas web e fundamentos da pesquisa-ação, utilizados neste trabalho.

### 2.1 Tecnologias utilizadas na construção da arquitetura

A arquitetura de um software pode ser especificada em diferentes perspectivas ou visões (Ozkaya e Erata 2020, Ozkaya 2016, Rozanski e Woods 2012). Neste contexto, o software proposto neste trabalho será representado por um design arquitetural chamado 4+1 proposto por Kruchten (1995). Esse modelo separa os elementos do software em diferentes visões com o objetivo de gerenciar a complexidade, descrevendo assim, os diferentes conceitos atrelados ao processo de decomposição de uma arquitetura (Kruchten 1995, Ozkaya 2016, Rozanski e Woods 2012).

A primeira visão a ser representada será a lógica, que tem por objetivo descrever a arquitetura em um conjunto de abstrações que representam as regras de negócio. Outro ponto de vista é o de processo, onde são visualizadas as interações simultâneas dos componentes do sistema. Também será representado a visão de desenvolvimento cujo o foco é a divisão da arquitetura em pequenos subsistemas ou componentes organizados hierarquicamente.

No modelo proposto por Kruchten (1995) ainda tem a visão de implantação ou física que demonstra o ambiente de execução do sistema mapeando os hardwares que serão utilizados para hospedar os artefatos gerados. Essa visão é opcional, por isso não será utilizada neste trabalho. A última visão utilizada descreve o sistema como um conjunto de funcionalidades do ponto de vista dos atores. É conhecida como “+1” por mapear o relacionamento das demais visões e interação entre seus elementos (Kruchten 1995, Rozanski e Woods 2012).

Neste contexto, essa seção tem por objetivo descrever a arquitetura geral do sistema, as tecnologias utilizadas para a construção da arquitetura, e o design arquitetural explicado do ponto de vista das visões proposto por Kruchten (1995).

Para o desenvolvimento da arquitetura descrita neste trabalho, foram utilizadas as seguintes tecnologias: a linguagem de programação Python, o *framework* de desenvolvimento web Django (Vainikka 2018, Rubio 2017), o banco de dados PostgreSQL (Momjian 2001), o armazenamento de estrutura de dados em memória Redis e o Padrão *Representational State Transfer* (REST). A linguagem Python, o *framework* Django e o Redis foram utilizados por serem tecnologias de software livre, e por possibilitarem o desenvolvimento de aplicações de alto desempenho e focado no reuso de software e separação entre as camadas do sistema (Vainikka 2018, Rubio 2017).

Dois conceitos nortearam as escolhas das tecnologias: a interoperabilidade e a segurança. Nas próximas subseções será descrito essas escolhas.

### 2.1.1 Interoperabilidade

O motor de interoperabilidade e integração é o componente responsável pela interoperabilidade em Sistemas de Informação. A interoperabilidade pode ser entendida como a capacidade que distintos Sistemas de Informação têm de compartilhar dados e utilizá-los de maneira adequada em seus processos, contextos e usuários. Entende-se assim que diferentes sistemas podem ter sido produzidos por diferentes fornecedores, podem ter diferentes propósitos, podem ser implantados em diferentes infraestruturas e em diferentes bancos de dados. Logo, isso se estabelece em sistemas heterogêneos entre si em vários aspectos, tais como: técnico, sintático, semântico e organizacional (Farinelli e Almeida 2014).

No contexto da saúde, a abordagem técnica e os padrões devem permitir que a informação seja compartilhada por profissionais, estabelecimentos e pacientes, independente da aplicação, da tecnologia ou da empresa que desenvolveu o Sistema de Informação. Assim, nessa circunstância, a interoperabilidade pode ser entendida como a capacidade dos Sistemas de Informação em Saúde (SIS) trabalharem conjuntamente, não importando os limites organizacionais ou os técnicos, com o objetivo de avançar na entrega efetiva do ensino ou cuidado à saúde para indivíduos e comunidades (da Fonseca 2015).

Na conjuntura dos Sistemas de Informação em Saúde no Brasil, observa-se a existência de múltiplas soluções disponibilizadas em produção, com uma grande variedade de fornecedores, vocabulários e contextos de aplicação. Assim, existem diversas motivações na coleta e no uso de informações. Nesse cenário, o Ministério da Saúde alude à necessidade da criação de mecanismos, estruturas e barramentos que permitam que os diferentes SIS interoperem entre si, de forma que tal integração garanta o fluxo adequado de informações consideradas relevantes no contexto de cada um deles (da Fonseca 2015).

*Javascript Object Notation* (JSON) e *eXtensible Markup Language* (XML) são os formatos de intercâmbio de dados mais difundidos e utilizados. O JSON foi selecionado porque, quando comparado ao XML, ele possui um formato mais leve devido à sua estrutura ser mais simples e isso se traduz na velocidade no carregamento da página de aplicativos (Wang 2011, Goyal et al. 2017, Nurseitov et al. 2009, Pautasso 2014).

O formato JSON, ou notação de objetos JavaScript, é uma linguagem de intercâmbio de dados legível para humanos e, ao mesmo tempo, fácil para os computadores processarem. Ainda que essa notação tenha sido projetada originalmente para a linguagem JavaS-

cript, a mesma é independente da linguagem – interpretadores são facilmente encontrados em inúmeras linguagens de programação. Ademais, a ECMA-404 definiu formalmente, em 2013, o JSON como um padrão internacional de processamento de dados (Wehner et al. 2014).

Na arquitetura do Salus, foi utilizado o padrão REST para a implementação dos *Web Services* e, desta forma, os RESTful *Web Services* se tornaram a tecnologia de escolha.

RESTful *Web Services* são aplicativos construídos sobre a arquitetura REST que expõem seus recursos através das *Uniform Resource Identifiers*, ou URIs, da Web e utilizam quatro métodos principais do HTTP para recuperar, criar, atualizar e apagar recursos, que são, respectivamente, os métodos GET, POST, PUT e DELETE (Ofoeda et al. 2019, Saad et al. 2010).

RESTful e SOAP são os padrões para construção de *Web Services* mais difundidos e utilizados na indústria, porém, são considerados por alguns autores como protocolos estritamente opostos (Rathod 2017). Os RESTful *Web Services* foram escolhidos porque o SOAP requer o formato XML, enquanto os *Web Services* RESTful podem ser implementados com vários formatos (XML, JSON, CSV etc.), proporcionando mais flexibilidade aos diferentes sistemas de informação durante o processo de interoperabilidade. Além disso, conforme visto anteriormente, há vantagens do uso do JSON quando comparado ao XML.

No que se refere aos sistemas de informação integrados ao Salus, destacam-se a Secretaria Municipal de Planejamento (SEMPPLA) do município de Natal, que usou dados do Salus para exibir em seu portal da transparência, e a Open Knowledge Brasil (OkBR), que faz uso dos dados obtidos no *Web Service* disponibilizado pelo Salus para exibir no painel "Transparência COVID-19 2.0 Dados abertos podem salvar vidas".

Ademais, conforme visto em seções anteriores, o Salus interopera dados com outros sistemas e bases de dados nacionais, exemplificados por: RN + Vacina, Regula RN, RNDS, e-SUS, CNS, SIVEP Gripe, SINAN e IBGE.

### 2.1.2 Segurança

Atualmente, a Web e, conseqüentemente, os Sistemas de Informação Web, fazem parte do cotidiano das pessoas, constituindo o principal meio de acesso a muitos serviços básicos, como saúde, educação, e-commerce, transações financeiras etc. Como resultado, vulnerabilidades em plataformas Web abrem possibilidades para que usuários mal-intencionados realizem ataques com conseqüências catastróficas, que variam desde perdas econômicas (como no caso de ataques a fornecedores de pagamento) até violações de privacidade (como no caso de divulgação indevida de arquivos pessoais ou registros eletrônicos de pacientes no contexto de sistemas de informação de saúde). Conforme os serviços com requisitos críticos de segurança vão se tornando cada vez mais disponíveis na Web, aumenta a necessidade da implementação de mecanismos eficazes de proteção e de minimização dessas vulnerabilidades (Bugliesi et al. 2017).

A *Open Web Application Security Project* (OWASP), fundação sem fins lucrativos que trabalha para aumentar a segurança de softwares, é considerada uma referência na área de segurança para o desenvolvimento de Sistemas de Informação. Por isso, ela realizou



levantamento dos maiores riscos de segurança, ou vulnerabilidades, para aplicações Web (Jain e Shanbhag 2012, Acharya et al. 2015, Cifuentes et al. 2015).

O Framework Web Django, escrito na linguagem de programação Python, foi selecionado não só por encorajar um rápido desenvolvimento do software, facilitando a criação de aplicações da Web complexas (Cifuentes et al. 2015), mas, principalmente, por permitir a implementação do Framework OAuth e por fornecer um arcabouço de segurança robusto e efetivo contra as principais vulnerabilidades levantadas pela OWASP, como proteção contra *Cross-Site scripting* (XSS), *Cross-Site Request Forgery* (CSRF), SQL injection e Clickjacking (DSF 2020).

Além disso, o Django tem suporte a *Secure Socket Layer* (SSL) e uso de *cookies* seguros por meio do protocolo HTTPS, que fornece uma camada para o tráfego HTTP com o protocolo de transporte criptografado TLS/SSL para garantir confidencialidade e integridade. HTTPS é o protocolo dominante e largamente utilizado para tornar o tráfego da Web seguro (Kranck e Bonneau 2015).

## 2.2 Pesquisa-ação

Trata-se de uma pesquisa aplicada de natureza transdisciplinar, cujo objeto foi executado por meio de estudos, desenvolvimentos, adequações e aprimoramentos, os quais foram implementados durante o enfrentamento à grave crise de saúde pública no Brasil ocasionado pela epidemia de Sífilis. Então, pela natureza do objeto, das questões norteadoras da investigação e da necessidade de responder oportunamente à crise sanitária em curso, optou-se pela utilização do método pesquisa-ação (Valentim et al. 2021). Valentim et al. (2021), cita no artigo "A relevância de um ecossistema tecnológico no enfrentamento à Covid-19 no Sistema Único de Saúde: o caso do Rio Grande do Norte, Brasil" que a pesquisa-ação é executada em ciclos de aprimoramento de práticas que dependem da sistematização do trabalho em dois campos: o da prática e o da pesquisa a respeito desta prática.

Com base no exposto, a Plataforma Salus foi desenvolvida em quatro fases, a saber: planejamento, desenvolvimento, avaliação e monitoramento. As fases foram executadas de forma cíclica e espiralar, ou seja, de modo sequencial, uma após a outra, sempre que um novo ciclo se iniciava. Cada ciclo era executado em uma ou duas semanas, a depender das demandas que, muitas vezes, eram mutáveis e imprevisíveis, sempre de acordo com a urgência e nos tempos necessários a cada resposta (*deadline*). Esse modelo cíclico permitiu que o desenvolvimento da Plataforma seguisse um curso no qual a produção das soluções passava por um processo de melhoria contínua, e mais flexível às mudanças (Valentim et al. 2021). Portanto, considerou-se o modelo adequado às necessidades do Projeto "Sífilis Não", momento de enfrentamento à epidemia de sífilis no Brasil. Conhecido também como modelo iterativo e incremental na área de Sistema de Informação em Saúde, sua aplicação permitiu que as atividades fossem executadas nas dimensões da prática e da investigação de forma orgânica ao método de pesquisa escolhido (Valentim et al. 2021).

Ao mesmo tempo, o objeto da pesquisa era um problema de ordem multidimensional, e que exigia uma atuação transdisciplinar, portanto, era necessário aplicar uma metodo-

logia ágil de desenvolvimento de tecnologias que pudesse responder mais rapidamente às demandas impostas às necessidades de gestão dos casos de sífilis no Brasil. Por isso, o desenvolvimento do Salus foi centrado no *framework* Scrum, uma vez que este é adequado ao modelo cíclico e espiralar, consoante a metodologia definida de pesquisa-ação (Valentim et al. 2021).

---

## Capítulo 3

# Salus: Uma Visão Arquitetural

---

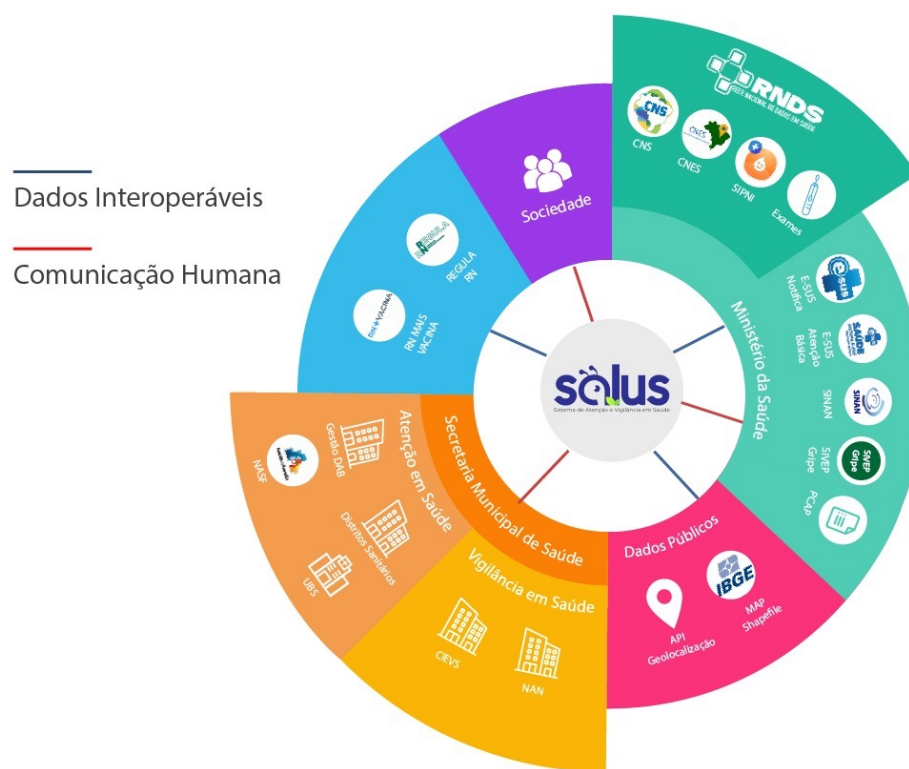
O presente Capítulo objetiva descrever a solução apresentada nesta Tese de Doutorado, abordando a arquitetura, os fluxos e as tecnologias utilizadas durante o projeto, o desenvolvimento e requisitos da plataforma Salus.

### 3.1 Descrição Geral da Arquitetura

A arquitetura pode ser definida como um conjunto de decisões que são tomadas em relação ao software que determina as entidades, propriedades e relacionamentos entre seus elementos constituintes (Baabad et al. 2020, Bachmann et al. 2005, Hochstein e Lindvall 2005, Bass et al. 2003). Esses elementos satisfazem os principais requisitos de funcionalidade e desempenho do sistema como bem como outros requisitos não funcionais tais como confiabilidade, escalabilidade, portabilidade e disponibilidade do sistema. A arquitetura do Salus foi projetada tomando em consideração todos esses elementos. A Figura 3.1 ilustra a visão geral da arquitetura do Salus e sua integração com componentes e/ou atores externos. O objetivo desta visão arquitetural é ilustrar a interação da Plataforma em diferentes perspectivas, analisando a interoperabilidade com diferentes sistemas de informação em saúde no âmbito do SUS, a sociedade e a Rede de Atenção em Saúde e Vigilância Epidemiológica da Secretaria Municipal de Saúde.

Nesta perspectiva, a sociedade interage com o Salus através do seu painel público, o qual está disponível para o acesso de qualquer cidadão, trazendo informações atualizadas sobre a situação geral do sistema de atenção e vigilância em saúde para o município. O painel apresenta indicadores relacionados a casos recuperados, casos confirmados e óbitos confirmados, exibidos sob várias visões, quais sejam: data de notificação, semana epidemiológica da notificação, distrito e demais dados geográficos. O painel público se apresenta como uma importante ferramenta de transparência para o cidadão, que poderá acessar informações atualizadas e relevantes em relação à gestão de casos sobre o agravo na sua vizinhança.

Figura 3.1: Visão geral da arquitetura da Plataforma Salus



Fonte: Produção Própria

Quanto aos dados públicos de georreferenciamento, o Salus integra-se com duas plataformas: API de Geolocalização do Google e o MAP Shapefile do IBGE. A API de Geolocalização é utilizada para converter endereços do monitoramento (o que inclui dados do paciente e dados do estabelecimento de saúde) em coordenadas georreferenciadas. O MAP Shapefile do IBGE é utilizada para delimitar, no mapa, o perímetro de municípios, bairros e distritos. Diante das informações geradas pelas duas plataformas, o Salus realiza um processamento de forma a relacionar os dados que gere com suas características de localidade com seu enquadramento geográfico de acordo com dados do MAP Shapefile. A informação produzida por este processamento subsidia tanto a tomada de decisão estratégica de saúde da população, como também alimenta o painel público para o cidadão.

O Salus também implementa integrações com sistemas da Rede Nacional de Dados em Saúde (RDNS), quais sejam: Cartão Nacional do Sistema Único de Saúde (CNS), Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunizações (SIPNI) e Exames através do Gerenciador de Ambiente Laboratorial (GAL).

A RDNS é a plataforma nacional de interoperabilidade de dados em saúde, instituída pela portaria GM/MS n. 1.434, de 28 de maio de 2020 (Brasil 2020). A RDNS contém

um repositório de documentos responsável por armazenar informações de saúde dos cidadãos, mantendo a privacidade, integridade e auditabilidade dos dados e promovendo a acessibilidade e interoperabilidade das informações de forma segura e controlada.

O CNS garante a identificação de cada pessoa que esteja vinculada a uma notificação de saúde, a qual pode ser feita através do número do Cadastro de Pessoa Física (CPF) ou do próprio número do CNS. Essa integração ameniza a duplicidade de dados e também é importante para complementar dados não informados pelo operador, tais como dados de endereço e de contato (telefone e e-mail). A integração com o CNES alimenta o Salus com as informações dos estabelecimentos de saúde, suas localizações e seus profissionais de saúde. Com o GAL, a arquitetura do Salus garante integração com as informações sobre os exames laboratoriais, incluindo atualizações e notificações ao paciente sobre resultados liberados. Quanto aos dados relacionados ao agravo de saúde, a notificação no Salus pode advir de três origens: cadastro manual por operadores do sistema, notificações de caso provenientes do ESUS-Notifica e notificações de internação originadas no SIVEP Gripe. Uma vez que o Salus tem armazenadas as notificações, é realizado um processamento com o objetivo de eliminar redundâncias entre a própria origem e entre origens distintas. Nesse processo, o Salus faz uso das informações provenientes de outras integrações para inativar notificações duplicadas ou inválidas.

Estratégico para o enfrentamento de diversas doenças de notificação compulsória, o SINAN tem como objetivo capturar os dados de notificação e investigação de casos de doenças e agravos que constam da lista nacional de doenças de notificação compulsória (Brasil 2017).

No âmbito do ecossistema tecnológico de combate ao covid-19 no RN, a integração do Salus com o Regula RN permite a atualização de dados de óbito dos pacientes notificados e, assim, possibilitar o encerramento automático dos casos automaticamente e sem a intervenção do operador. Em tais casos, alertas são emitidos para usuários envolvidos nas notificações.

Da mesma maneira, a integração com o Sistema RN Mais Vacina permite que a Atenção Primária em Saúde possa acompanhar a vacinação durante o ciclo do pré-natal da mulher e também realizar o cruzamento das notificações com os pacientes vacinados.

Quanto às áreas e atores da Secretaria Municipal de Saúde de Natal presentes na plataforma Salus, é possível dividi-los em dois grupos: atenção em saúde e vigilância em saúde. Na atenção básica em Saúde estão as Unidades Básicas de Saúde (UBS), os distritos sanitários, a gestão do Departamento de Atenção Básica (DAB) e o Núcleo Ampliado de Saúde da Família e Atenção Básica (NASF). A UBS atua no registro dos dados de monitoramento, no registro de dados de rastreamento de contatos da pessoa notificada e analisa a situação do território e planeja ações no território com base nas informações de notificações e monitoramentos. O NASF apoia às UBS no monitoramento e rastreamento de contatos e prioriza as notificações com base na gravidade dos pacientes monitorados no âmbito da atenção primária. De forma semelhante à UBS, o NASF faz uso das informações para analisar e planejar ações no território. Os distritos sanitários cadastram os profissionais das UBS e acompanham as notificações e monitoramentos realizados pelos mesmos e, além disso, fazem uso das informações para tomada de decisões no distrito.

O Departamento de Atenção Básica participa ativamente na construção e atualização

do sistema Salus, realiza capacitação dos profissionais para uso do sistema e analisa indicadores gerados pelo Salus. Em relação ao grupo da vigilância em saúde, há o Centro de Informações Estratégicas em Vigilância em Saúde do Departamento de Vigilância em Saúde (CIEVS/DVS) e o Núcleo de Agravos Notificáveis do Departamento de Vigilância em Saúde (NAN/DVS).

O NAN/DVS utiliza informações de notificação e monitoramento para análise situacional e planejamento e é responsável pela construção do boletim epidemiológico. O CIEVS/DVS, de forma semelhante ao departamento de atenção básica, também participa ativamente da construção e atualização do sistema, capacita profissionais no tocante à vigilância em saúde, acompanha as notificações e monitoramentos registrados em todo o município, faz análises das informações para diagnóstico e planejamento e, assim como o CIEVS/DVS, é responsável pela construção do boletim epidemiológico.

No contexto do Salus, adotar o padrão *Model-View-Controller* (MVC) possibilitou que a arquitetura fosse desenvolvida com princípios de reuso de componentes de software, separação entre as camadas e clareza no design arquitetural, onde cada camada é responsável por uma função específica dentro do componente.

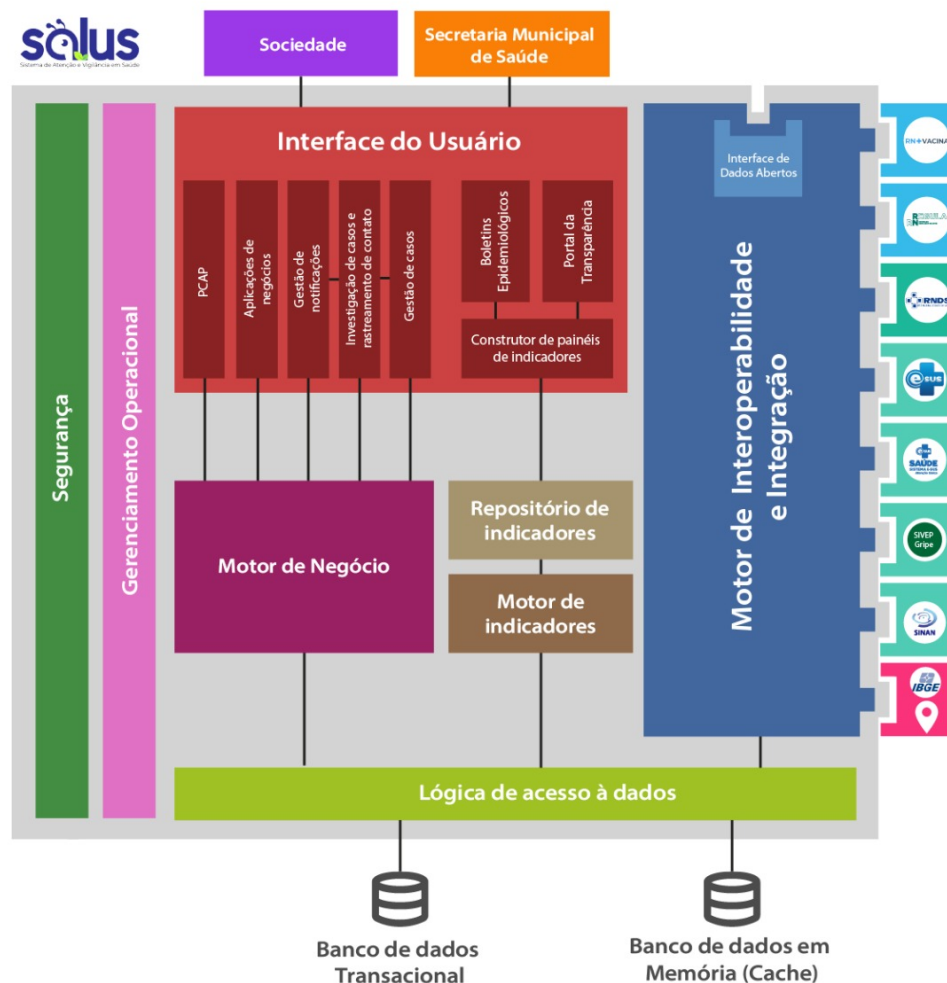
Para a compreensão das conexões entre os componentes e seus objetivos foi criada uma abstração conceitual representada pela Figura 3.2, que ilustra todos os conceitos e funcionalidades do Salus. Esse mecanismo foi necessário para o entendimento geral dos componentes internos e externos ao sistema.

Desta forma, pode-se descrever os componentes da seguinte forma:

- **Motor de Interoperabilidade e Integração:** O objetivo deste componente é servir como uma interface de comunicação entre o Salus e outros sistemas tais como o RNDS, SINAN, CNES (como já explicado anteriormente), e também com o sistema Regula RN e RN Mais Vacina.
- **Interface do Usuário:** O objetivo é servir como o núcleo da aplicação, incluindo toda a parte de cadastro e serviço de acesso dos usuários ao sistema.
- **Repositório de Indicadores:** Monitorar os diversos indicadores relacionados à realização do tratamento, às perdas, ao controle de cura e ao uso dos medicamentos no âmbito municipal dotando a gestão do SUS das informações estratégicas para a gestão de casos na Sífilis.
- **Motor de Indicadores:** Gerar os indicadores com o objetivo de auxiliar a gestão na interpretação dos dados representados de forma gráfica, textual e em formato de mapas.
- **Motor de Negócio:** É responsável por concentrar a lógica de negócio e conectá-la aos dados em todos módulos da arquitetura, incluindo Gestão de Casos, Gestão de Notificações, entre outros.
- **Lógica de acesso aos dados:** É a interface entre que permite o mapeamento entre o modelo de objeto utilizado na arquitetura com o banco de dados, bem como expressa as operações de acesso ao banco em termos de objetos. Esse mapeamento é

conhecido como ORM (*Object Relational Mapper*), ele agiliza o desenvolvimento ao reduzir significativamente a quantidade de código de acesso ao banco que precisa ser implementado, facilita a manutenção e possibilita a substituição de um banco de dados por outro sem implicar em alterações nos componentes relacionados.

Figura 3.2: Visão de Desenvolvimento - Componentes Internos e Externos do Salus



Fonte: Produção Própria

Os componentes transversais Gerenciamento Operacional e Segurança implementam tipos específicos de funcionalidades. Neste trabalho é apresentada uma visão geral dos aspectos abordados na arquitetura para garantir a privacidade, autenticidade, integridade e confidencialidade.

O componente Gerenciamento Operacional possui os subcomponentes de Registros e de Exceção. O componente de Registros mantém as principais operações ocorridas na arquitetura de forma a garantir a ameaças de repúdio.

O componente de Gerenciamento de Exceções é responsável por prover um tratamento adequado quando uma falha ocorre na arquitetura, seja por erros ou exceções. Quando

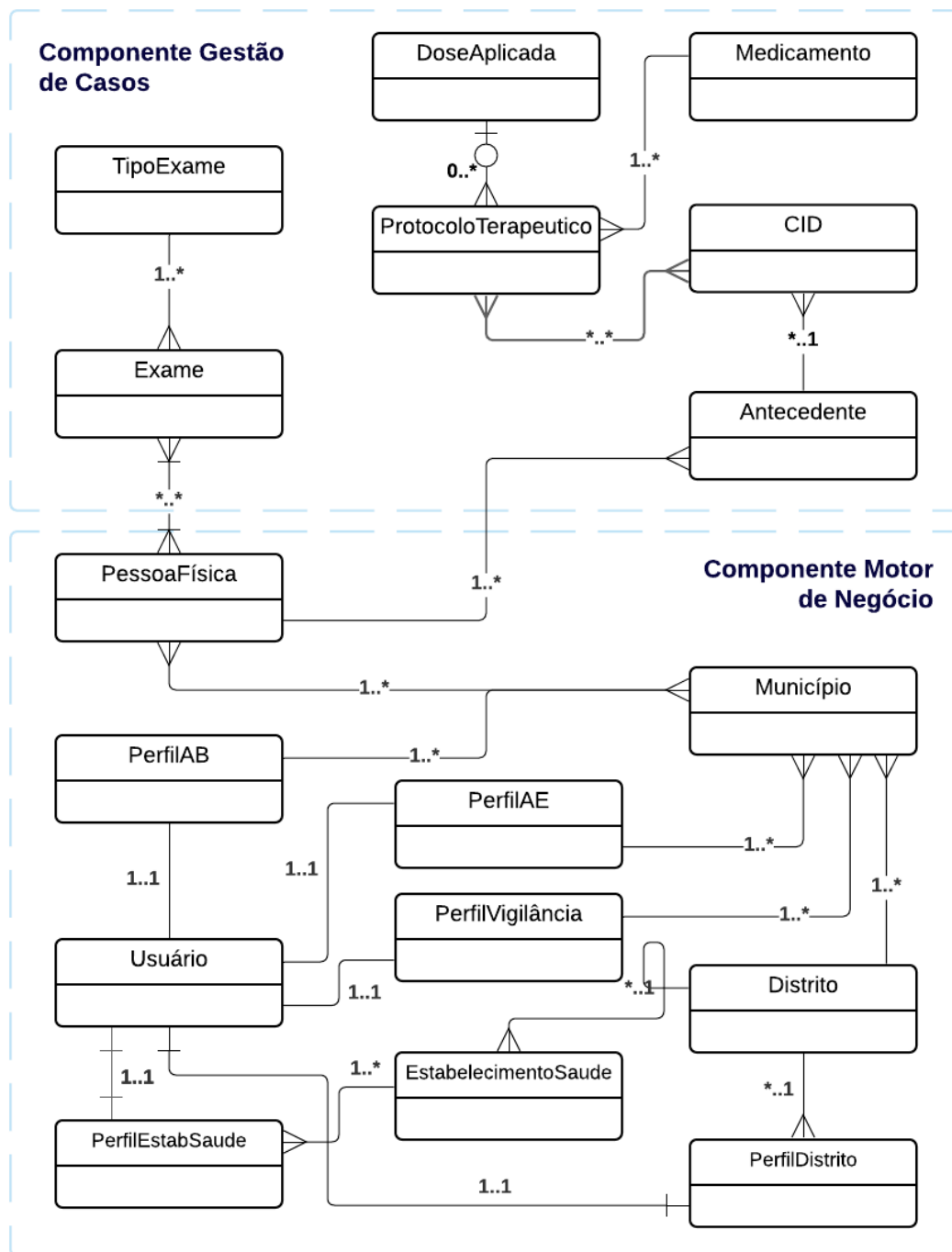
um erro ou exceção for detectado, um processo alternativo é desencadeado, o qual pode envolver uma mensagem de resposta previamente catalogada e numerada ou um procedimento de recuperação. Ainda mais, falhas inesperadas são respondidas com mensagens padrão de erro e um e-mail é enviado para o suporte técnico.

A segunda visão a ser representada será a lógica que tem como objetivo descrever as funcionalidades focando as estruturas envolvidas (Kruchten 1995). A Figura 3.3 ilustra o Modelo Entidade-Relacionamento dos Componentes Gestão de Casos e Motor de Negócio. Esse modelo descreve as entidades, suas características que são os atributos e o relacionamento entre elas.

O componente Motor de Negócio abstrai todas as entidades que são comuns a regra de negócio da plataforma, representando assim as informações necessárias para cadastrar, editar, listar e excluir as seguintes características: usuário, perfil, município, distrito e estabelecimento de saúde. Essas entidades relacionam-se com os outros componentes por intermédio de requisições de serviços utilizando outras entidades, formando assim os relacionamentos necessários para a interconexão entre os modelos. É importante ressaltar que, o usuário poderá assumir vários perfis dentro do sistema, no entanto, é necessário uma validação para que ele possa ter acesso a partes específicas do sistema. Os perfis foram implementados de maneira hierárquica respeitando a organização da Rede de Atenção e Vigilância. Outro fator importante, é que para acessar a Plataforma o usuário precisa estar cadastrado, onde tem uma senha que é única e intransferível.



Figura 3.3: Visão Lógica - Modelo Entidade-Relacionamento dos Componentes Gestão de Casos e Motor de Negócio

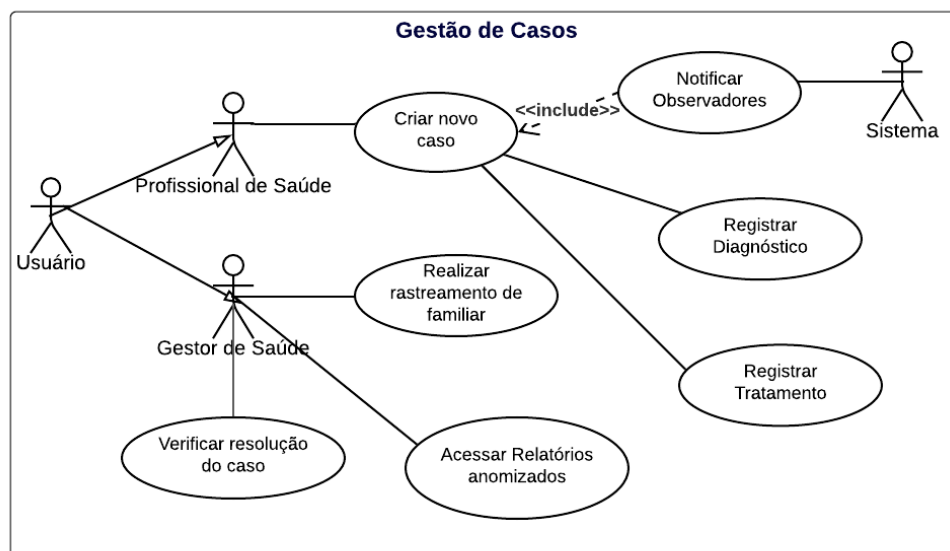


Fonte: Produção Própria

A terceira visão a ser representada será a visão de casos de uso (+1) que tem por objetivo mostrar os requisitos funcionais do sistema pela perspectiva do usuário. A Figura 3.4 representa os casos de uso referentes ao componente de gestão de casos. O caso é iniciado quando uma gestante ou criança é diagnosticada em alguma unidade de saúde da Atenção Básica (AB). O usuário que registra o diagnóstico e o tratamento é obrigatoriamente médico(a) ou enfermeira(o).

O sistema concederá à Coordenação da Atenção Básica municipal, à Coordenação da Vigilância Epidemiológica e ao Apoiador o acesso ao sistema na condição de observadores para dar alcance às medidas de prevenção e controle. Esses usuários só terão acesso aos relatórios anonimizados (Figura 3.4). Na Unidade onde o diagnóstico for realizado, o paciente será identificado por meio de um formulário de identificação específico e será registrado um diagnóstico com base no CID 10 o que autorizará o início do tratamento.

Figura 3.4: Visão de Casos de Uso (+1) da Plataforma Salus - Requisitos do Componente Gestão de Casos



Fonte: Produção Própria

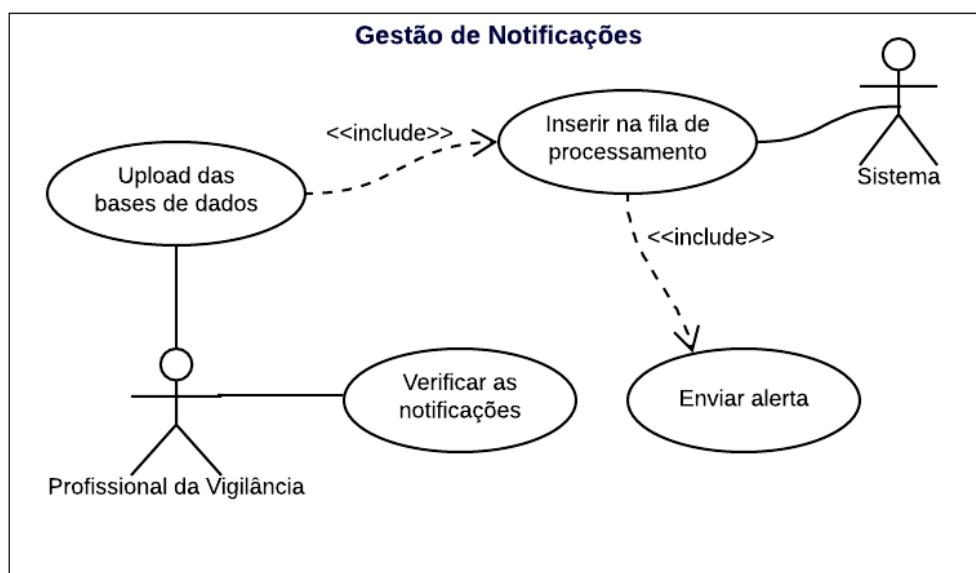
Um ponto importante da gestão de casos é o monitoramento do Protocolo Terapêutico, definido conforme as diretrizes nacionais. No caso da sífilis, um dos requisitos é o sistema disponibilizar as doses de penicilina G benzatina por paciente, conforme o diagnóstico e um cronograma de tratamento a ser acompanhado. Caso o médico entenda que o paciente deve fazer uso de outro protocolo, o que pode ocorrer por diversas razões, é dado ao médico a possibilidade de prescrever esquema terapêutico diverso daquele previsto no protocolo nacional.

Após a conclusão do tratamento, que poderá ser realizado em qualquer unidade de saúde, pública ou privada, de qualquer nível de complexidade da rede, o sistema dará baixa do paciente alterando a informação cartográfica. Enquanto o paciente não for tra-

tado, a informação correspondente a ele permanecerá no mapa e continuará gerando e-mails semanais às autoridades responsáveis pela busca ativa.

Outro componente importante no contexto da plataforma é a Gestão das Notificações representado pela Figura 3.5. No âmbito do Salus, o termo notificação significa a comunicação da ocorrência de um agravo à saúde (doença) para as autoridades sanitárias realizadas pelos profissionais de saúde com o objetivo de alcançar a intervenção necessária por parte da gestão (Teixeira et al. 1998). Neste contexto, o profissional da vigilância em saúde pode realizar o *upload* (enviar um arquivo) com as bases de dados que não estão diretamente interoperáveis na Plataforma. Esse requisito tem como objetivo processar as informações que serão necessárias para a geração dos indicadores. Quando o profissional da vigilância clica em “Enviar arquivo” automaticamente um novo caso de uso é acionado (Figura 3.5). O sistema insere o processamento deste arquivo em uma fila para não sobrecarregar o servidor. Esse processo ocorre em segundo plano, e, quando finalizado, é enviado um alerta para o profissional da vigilância informando que as notificações foram processadas. Em seguida, as notificações podem ser analisadas de forma manual para validar quais as notificações que são similares que será considerada válida. Quando ocorre o processamento do arquivo, um algoritmo inteligente é utilizado para agrupar as similaridades, correções de bairro e algumas inconsistências. No entanto, a verificação manual tem por objetivo escolher quais notificações estão corretas após esse processo automatizado, tendo em vista que não há um padrão de modelo de dados adotado na maioria dos sistemas de notificação compulsória.

Figura 3.5: Visão de Casos de Uso (+1) da Plataforma Salus - Requisitos do Componente Gestão de Notificações

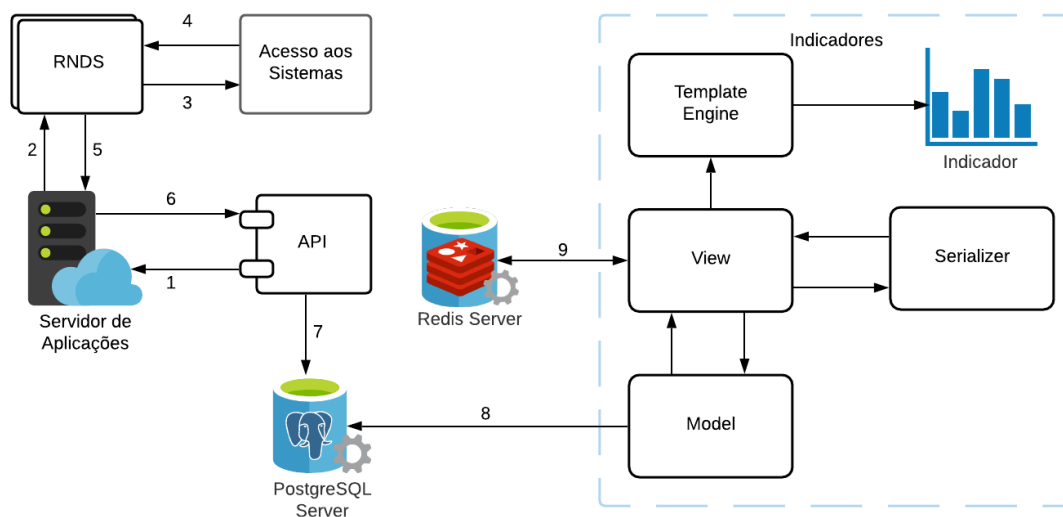


Fonte: Produção Própria

Neste contexto, quando as notificações são processadas e validadas é iniciado um novo processo no sistema: a criação dos indicadores. Nesta perspectiva, a quarta visão a ser representada será a visão de processo explicando como ocorre a geração dos indicadores no Salus representado pela Figura 3.6.

O passo (1) é realizado na API de integração do Salus com o RNDS, onde é enviada uma requisição utilizando o padrão Rest através do servidor de aplicações (2). Logo após, é realizada uma autenticação com a API do RNDS e solicitado os dados (3). O RNDS dá o acesso necessário retornando os dados (5). Estes passam pelo Servidor de Aplicações (6), e são salvos de forma bruta no banco de dados (7) em formato de JSON no cache. O modelo do componente indicadores representado pelo Model representa a abstração do banco de dados contendo assim, todas as funções para acesso, validação e relacionamento entre esses dados. Como as notificações podem ser “duplicadas”, antes do processo de validação manual, foi criada na entidade Notificação uma associação unária ou reflexiva com o objetivo de saber se uma notificação está associada a outra (Navarro 2001).

Figura 3.6: Visão de Processo - Geração dos Indicadores



Fonte: Produção Própria

Os dados das notificações são salvos na memória (9). Essa etapa do processo tem por objetivo não travar a aplicação, na medida em que, a *View* controla o fluxo de informações entre a *Model* e o *Template Engine*. A *View* utiliza lógica programada para decidir quais informações serão extraídas do banco de dados e quais serão transmitidas para exibição. Os *serializers* permitem que dados complexos sejam convertidos em tipos de dados nativos do Python, que podem ser renderizados facilmente em JSON, XML e outros tipos de conteúdo.

No *Template Engine* foi necessário criar um catálogo dos indicadores a serem gerados para poder ser exibido ao usuário. Os tipos de indicadores gerados são mapas de calor por semana epidemiológica considerando a semana atual e as 6 (seis) semanas anteriores;

gráficos de incidência; taxas de recuperação, notificados e óbitos. Ao todo foram criados 102 indicadores, para os dados da Covid-19.

## 3.2 Inquéritos Populacionais - PCAP

Outro componente dentro do Salus é uma ferramenta que permite a construção de inquéritos. Tais inquéritos podem ser construídos dinamicamente através de uma sequência de questões que podem ter relação lógica entre si.

A exemplo disso, a Pesquisa de Conhecimentos, Atitudes e Práticas na População Brasileira (PCAP) é um inquérito domiciliar de abrangência nacional, com aplicações realizadas nos anos de 2004 e de 2008, que permite investigar conhecimento, práticas e comportamentos de risco relacionados à infecção pela sífilis e outras infecções sexualmente transmissíveis (IST) (Pascom e Szwarcwald 2011). A pesquisa mais recente da PCAP foi realizada em 2013, abordando, pela primeira vez, questões referentes às hepatites virais (Brasil 2013a).

O módulo PCAP possibilita a criação de diversos indicadores, agrupando por grau de escolaridade, faixa etária, por raça, situação conjugal e outros. Os fatores socioeconômicos (escolaridade, renda familiar), história pregressa (IST anteriores), comportamento (consumo de álcool, consumo de drogas ilícitas) e vivência sexual são alguns aspectos analisados nesta pesquisa.

Nesta perspectiva, o componente PCAP é uma ferramenta que possibilita a elaboração e aplicação de inquéritos populacionais de forma integrada à APS e que envolvem o monitoramento do comportamento sexual. Com ele, é possível realizar inquéritos a nível nacional sobre conhecimentos, atitudes e práticas relacionadas à exposição e infecção pela sífilis, HIV e outras IST.

O Salus possibilita que o inquérito seja criado a qualquer momento, integrado à gestão de casos. No momento que o paciente é atendido na APS, e os exames testarem positivo para IST, o sistema dá a possibilidade ao gestor de perguntar ao paciente se ele quer participar da pesquisa. Desta forma, a coleta de dados para a PCAP pode ser realizada de forma contínua, não necessitando ser realizado a cada 4 (quatro) anos. Munindo a gestão com uma ferramenta de consulta mais fidedigna, podendo antecipar políticas públicas destinadas ao combate e prevenção das ISTs.

## 3.3 Algoritmos para tratamento dos dados

A Arquitetura Salus apresentada realiza uma separação em componentes, entre eles está o Motor de Interoperabilidade e Integração (MII), que é responsável por conectar-se a outros sistemas e suas respectivas bases de dados no intuito de realizar a interoperabilidade sempre que possível ou ainda de realizar a integração da base de dados dentro da arquitetura Salus.

Para que este processo ocorra, o MII precisa conhecer a natureza de cada base de dados ou sistema através de seus respectivos conectores, que são desenvolvidos caso a caso. Cada conector é responsável por realizar a integração e/ou interoperabilidade do sistema

ou base de dados o qual se conecta, realizando o processo de importação e limpeza dos dados, a fim de remover inconsistências que possam comprometer a qualidade dos dados. A seguir será mostrado o processo de limpeza de inconsistências em dados de bairros e agrupamento de duplicatas.

O algoritmo de associação de bairros consiste em corrigir nomes de bairros informados manualmente nas bases de dados e associá-los aos nomes corretos. Esse procedimento é necessário para que análises geoespaciais dos dados sejam viabilizadas. Tais problemas com nomes de bairro são comuns nos sistemas de notificação como SINAN e e-SUS VE, onde existe a possibilidade de digitação manual, em oposição a escolha de uma lista predefinida.

Durante a construção do algoritmo foi levado em consideração que pode haver confusão entre os nomes de conjuntos habitacionais e bairros, isso foi verificado nas bases de dados do município de Natal/RN, referente aos dois sistemas citados anteriormente. Portanto, foi criada uma estrutura de dados onde é possível fazer previamente a associação entre os conjuntos habitacionais e os bairros.

O algoritmo inicia ao receber o nome do bairro presente no dado de origem que logo é normalizado, removendo-se a acentuação e caracteres especiais. Em seguida, é tentado encontrar uma associação direta com um dos bairros e com conjuntos habitacionais conhecidos, conforme o pseudocódigo apresentado no Quadro 1. Caso não haja correspondência, inicia-se uma estratégia de aproximação através do algoritmo de mensuração conhecido como distância Levehnstein ou distância de edição, que calcula a quantidade de operações (inclusão, remoção e substituição), caractere a caractere, para que uma *string* *a* se torne uma *string* *b* (Navarro 2001). Ou seja, considerando a função  $levhnstein(a, b)$ , será resultante um valor  $d$ , onde  $d \in e$  representa a quantidade de operações entre ambas as *strings*. Por exemplo, considerando  $a = "novadescoberta"$ ,  $b = "novodescoberta"$ . Logo,  $levhnstein(a, b) = 1$  devido a uma diferença no quarto caractere.

Esse processo é realizado com os conjuntos habitacionais que estão vinculados a bairros e aos próprios bairros. Ao final, se escolhe automaticamente o item que tiver uma distância mais próxima, mas dentro de um limite de 5 caracteres e de acordo com o cálculo apresentado no Algoritmo 29 com o objetivo de minimizar falsos-positivos. Caso não seja possível realizar nenhuma associação, a responsabilidade será repassada para os profissionais da Vigilância em Saúde realizarem a ação correta.

**Algoritmo 1:** Algoritmo de associação de bairro

---

**Entrada:** *nome\_a\_associar*: nome do bairro a associar

```

1 nome_a_associar ← normalizar_string(nome_a_associar) /* tenta
   associar utilizando a busca mais simples */
2 distancias ← dict() /* considerar criação de dicionário ordenado */
3 tamanho_bairros ← 0
4 compr_nome_a_associar ← comprimento(nome_a_associar)
5 bairros_conhecidos ← obter_bairros_conhecidos()
6 para cada bairro em bairros_conhecidos faça
7   | tamanho_bairros ← tamanho_bairros + comprimento(bairro)
8   | se nome_a_associar == bairro então retorna bairro ;
9 fim
10 conjuntos_habitacionais_conhecidos ←
   obter_conjuntos_habitacionais_conhecidos()
11 para cada (bairro, conjunto) em conjuntos_habitacionais_conhecidos faça
12   | se nome_a_associar == conjunto então retorna bairro ;
13 fim
14 associacoes_conhecidas ← obter_associacoes_conhecidas()
15 para cada (bairro, associacao) em associacoes_conhecidas faça
16   | se nome_a_associar == associacao então retorna bairro ;
17 fim
   /* se não existir correspondência direta, tenta associar
   utilizando a aproximação por distância Levehnstein, e
   criando-se um rank a partir das distâncias em ordem
   crescente */
18 para cada bairro em bairros_conhecidos faça
   distancias[(bairro, null)] ← levehnstein(nome_a_associar, bairro) ;
19 para cada (bairro, conjunto) em conjuntos_habitacionais_conhecidos faça
   distancias[(bairro, conjunto)] ← levehnstein(nome_a_associar, conjunto) ;
20 rank_levehnstein ← ordenar_por_valor(distancias)
21 media_tam_bairros ←
   tam_bairroscomprimento_lista(obter_bairros_conhecidos())
   /* determina-se uma distância de corte para evitar
   discrepâncias */
22 limite_distancia ←
   min(inteiro(media_tam_bairros*0,5 + tam_nome_a_associar*0,25)/2),5)
23 (bairro_prox, conjunto_prox), distancia_prox ←
   obter_primeiro_item(rank_levehnstein)
24 se rank_prox ≤ limite_distancia então
25   | registrar_associacao(bairro, nome_a_associar)
   /* registra a associação na base de dados */
26   | retorna bairro_prox
27 senão
28   | retorna null
29 fim

```

---

---

## Capítulo 4

# Resultados e Discussão

---

O capítulo anterior apresentou a visão geral do Salus do ponto de vista arquitetural e seus componentes. Nesta seção serão apresentados os resultados de implementação e implantação da arquitetura, seu desempenho e integração de dados com sistemas de informação em saúde.

O Salus foi planejado e concebido como uma ferramenta expansível e adaptável que pudesse dar maior poder aos municípios através de dados, integrando-se aos processos de vigilância em saúde e atenção em saúde. Diante da emergência da pandemia do covid-19 no Brasil e no mundo, um dos primeiros módulos a serem implementados foi o de notificações de agravo e o município de Natal/RN tornou-se piloto para implantação.

As notificações são, no Salus, as principais entidades do sistema, sendo estas uma espécie de coluna vertebral da plataforma Salus. Sobre as notificações, faz-se necessário uma contextualização da situação existente antes da implantação do sistema Salus. Antes do Salus, as notificações eram tratadas em planilhas eletrônicas de forma manual, onde cerca de 9 mil notificações eram analisadas com o objetivo de informar o bairro de cada uma delas, processo este que durava em média 2 dias e, hoje, com o Salus, 200 mil notificações são tratadas em menos de 1 hora. Outra grande dificuldade que existia antes do Salus era o descarte de notificações redundantes, situação que ocorre com frequência e que é observado pela grande quantidade de notificações com dados idênticos e que pode acabar distorcendo dados sobre a situação geral no tocante a dados de saúde pública. Este processo de descartar notificações redundantes era feito de maneira manual e, hoje, com o Salus, é feito de maneira automatizada, o que trouxe melhorias no tocante à produtividade dos usuários bem como na confiabilidade dos dados e indicadores que são utilizados pela Secretaria Municipal de Saúde para subsidiar a tomada de decisão.

Na tela apresentada na Figura 4.1 é possível observar uma série de filtros que podem ser utilizados - algo que não é possível em outros sistemas de notificações, como o SIVEP Gripe. Outro ponto importante de se observar é que o Salus realiza o filtro das notificações que devem ser entregues para cada usuário, limitando notificações de acordo com informações como município, bairro, distrito, estabelecimento de saúde, etc.





Figura 4.2: Detalhes da notificação

**ESUS-VE NOTIFICA** 51202582002 - 23/09/2020
Registrar nº requisição GAL
Novo Monitoramento
✕

Identificação
Notificação
Operador
Sintomas e Morbidades
Dados complementares
Monitoramento
Dados ESUS-VE NOTIFICA

<b>Nome Completo</b> [REDACTED]	<b>Data de Nascimento</b> [REDACTED] ( 34 anos, 7 meses )	<b>Sexo</b> [REDACTED]
<b>Tem CPF?</b> Sim	<b>CPF</b> [REDACTED]	<b>Nome Completo da Mãe</b> [REDACTED]
<b>Telefone Celular</b> ---	<b>Telefone de Contato</b> [REDACTED]	<b>Raça/Cor</b> Ignorado
<b>Passaporte</b> ---	<b>Logradouro</b> RUA GENERAL ALUIZIO MOURA	<b>Número</b> [REDACTED]
<b>Complemento</b> ---	<b>Bairro</b> LAGOA NOVA	<b>Município de Residência</b> NATAL
<b>Estado de Residência</b> RIO GRANDE DO NORTE	<b>CEP</b> 59.075-180	<b>Estrangeiro</b> ---
<b>Pais de origem</b> ---	<b>É profissional de saúde?</b> Não	<b>Profissional de Segurança</b> Não
<b>CBO</b> ---	<b>CNS</b> [REDACTED]	

Fonte: Produção Própria

A gestão de casos de sífilis no Salus, que está atualmente em processo de implantação, foi construída em torno do paciente, de maneira que os profissionais de saúde tenham acesso às informações em qualquer ponto da rede de atenção em saúde. A Figura 4.3 apresenta a tela da gestão de casos e o acesso às principais funcionalidades dentro desse processo. É permitido o cadastro de exames prévios, informações sobre doenças pré-existentes e vínculos de relacionamento, de forma que se permita o rastreamento de parceiros.

Figura 4.3: Gestão de Casos da Sífilis - Dados do paciente

Sífilis: gestor de casos - [ID]

**Planos Terapêuticos**

Em andamento: Sífilis latente tardia (mais de um ano de duração) ou latente com duração ignorada e sífilis terciária

Adicionar

**Exames**

01/02/2021 Exame: VDRL / Resultado: 1:32

Adicionar

**Relacionamentos**

Mãe: FERNANDA LOPEZ DE SA PAULA

Adicionar

**Antecedentes**

Já teve a doença: A527: Outras formas de sífilis tardia sintomática

Adicionar

Fonte: Produção Própria

No fluxo da Gestão de Casos, o profissional de saúde, médico ou enfermeiro, pode determinar um plano terapêutico que julgue mais adequado ao paciente de acordo com a sua apresentação clínica. O plano terapêutico consiste na medicação e posologia necessárias para realização do tratamento. A seleção de um plano terapêutico é feita de acordo com o CID10 em que se enquadra o paciente ou pode também criar um plano personalizado (Figura 4.4).

Figura 4.4: Gestão de Casos da Sífilis - Adição de um novo Plano Terapêutico

**Sífilis: gestor de casos** x

> Adicionar Plano Terapêutico

**Paciente**

Nome:

CPF:

Nascimento:

**Adicionar Plano Terapêutico ao Paciente**

CID: A527: Outras formas de sífilis tardia sintomática Trocar CID

---

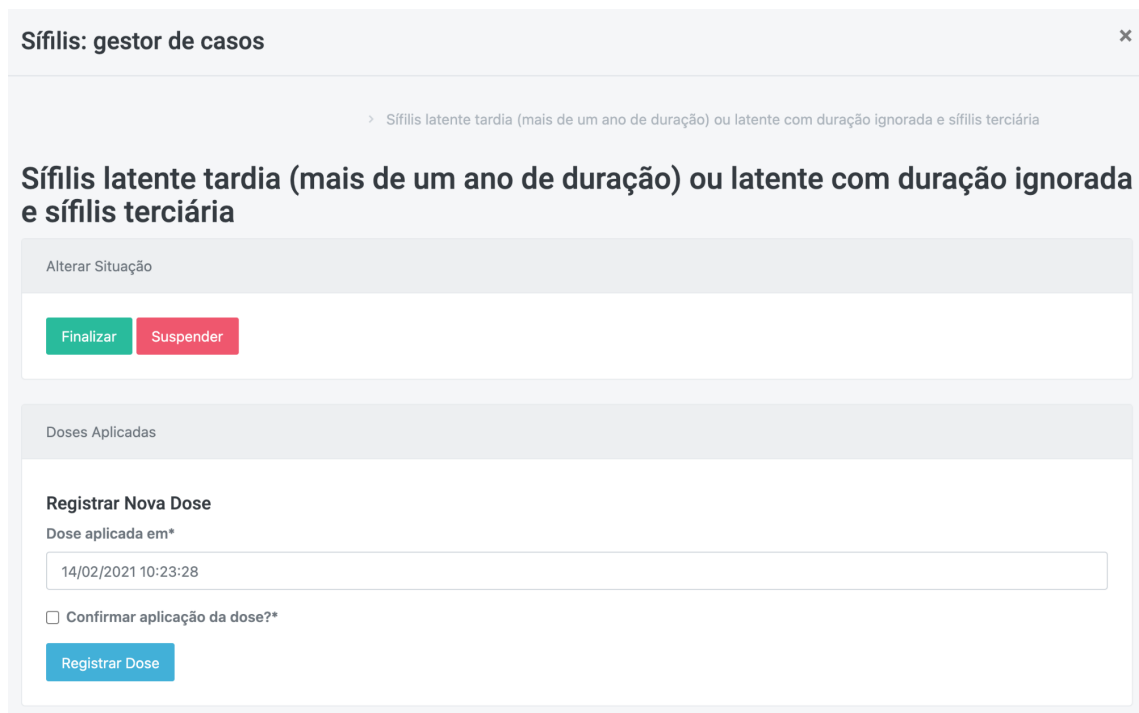
Escolha o plano terapêutico abaixo

<input type="radio"/> Sífilis latente tardia (mais de um ano de duração) ou latente com duração ignorada e sífilis terciária	Penicilina G benzatina IM 2,4 milhões UI	1 dose a cada 7 dias   3 doses   prazo extra de 21 dias
<input type="radio"/> Sífilis latente tardia (mais de um ano de duração) ou latente com duração ignorada e sífilis terciária	Doxiciclina VO 100 mg	1 dose a cada 12 horas   30 doses   prazo extra de 15 dias
<input type="radio"/> Sífilis latente tardia (mais de um ano de duração) ou latente com duração ignorada e sífilis terciária	Ceftriaxona IV 1g	1 dose a cada 24 horas   10 doses   prazo extra de 8 dias
<input checked="" type="radio"/> Sífilis latente tardia (mais de um ano de duração) ou latente com duração ignorada e sífilis terciária	Ceftriaxona IM 1g	1 dose a cada 24 horas   10 doses   prazo extra de 8 dias
<input type="radio"/> Sífilis latente tardia (mais de um ano de duração) ou latente com duração ignorada e sífilis terciária	Ceftriaxona IV 1g	1 dose a cada 24 horas   10 doses   prazo extra de 10 dias

Fonte: Produção Própria

Após a definição do plano terapêutico para o paciente, é possível registrar as doses para acompanhamento da progressão do tratamento, conforme a Figura 4.5. Ainda, o Salus, através da forte integração do Módulo de Gestão de Casos com o Módulo de Gestão Operacional, permite a emissão de alertas informando aos profissionais de saúde do estabelecimento de saúde para que monitorem ativamente o paciente e se certifiquem de que este continue seu tratamento da forma adequada.

Figura 4.5: Gestão de Casos da Sífilis no Salus - Registro da Dose Aplicada



Fonte: Produção Própria

Figura 4.6: Alertas para o usuário



Fonte: Produção Própria

Outra principal funcionalidade que é transversal em todo o Salus é a geração de indicadores que permitam subsidiar a tomada de decisão da gestão pública. O processo de criação dos indicadores depende da necessidade da gestão e são preparados sob demanda. Os indicadores são qualquer tipo de dado, processado ou não, que se apresente como texto, número, gráfico, tabela ou mapa.

No município de Natal/RN, a gestão da DVS definiu um conjunto de indicadores onde fosse possível visualizar os pontos de atenção do avanço da atual pandemia. Uma vez definidos, esses indicadores foram codificados dentro do Salus de maneira que fossem disponibilizados automaticamente a cada importação e processamento de novos dados.

Após a criação dos indicadores, a gestão pode criar painéis de indicadores através de uma ferramenta visual e inserir qualquer tipo de indicador através de seus códigos de identificação, conforme apresentado na Figura 4.7.

Figura 4.7: Construtor de Painéis de Indicadores



anos (37,7%). E notório que não há grandes disparidades quanto ao número de registros por sexo, 51,1% eram do sexo masculino e 42,9% do sexo feminino.

Figura I - Número de casos gerais com Covid-19 por data, em Natal

#grafico\_num

#grafico\_num\_casos\_ocorrenc

de casos confirmados com Covid-19 por data, em Natal

%%#grafico\_casos\_confirmados#%%

Figura III - Proporção de casos confirmados de COVID-19, por distrito sanitário no Natal

%%#grafico\_casos\_confirmados\_distrito#%%

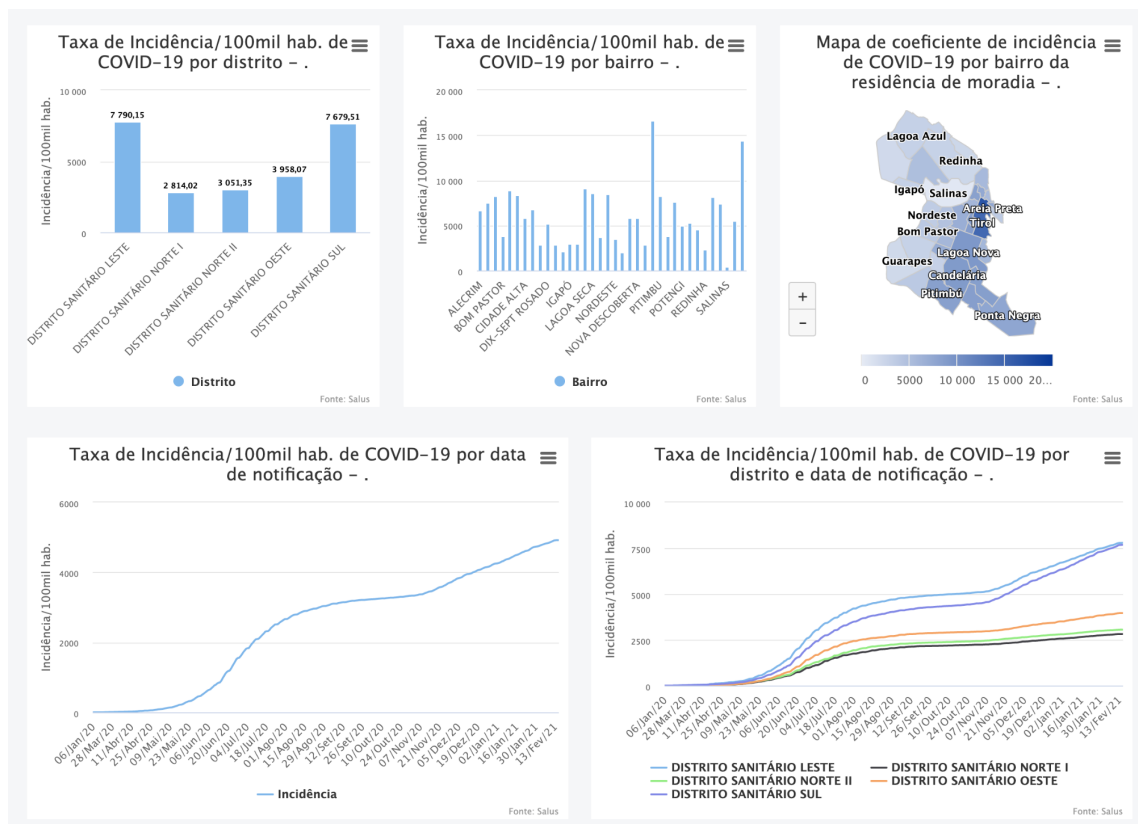
Figura IV - Proporção de casos confirmados de COVID-19, por sexo e faixa etária, em Natal

%%#grafico\_casos\_confirmadossexo\_idade#%%

Fonte: Produção Própria

Os painéis resultantes do uso da ferramenta de construção podem ser tanto de uso interno ou disponibilizados para a população, em formato de portal da transparência, destacando a importância da solução para a difusão da informação. A Figura 4.8 e a Figura 4.9 apresentam alguns dos indicadores disponibilizados no painel público do Salus até o início de fevereiro de 2021.

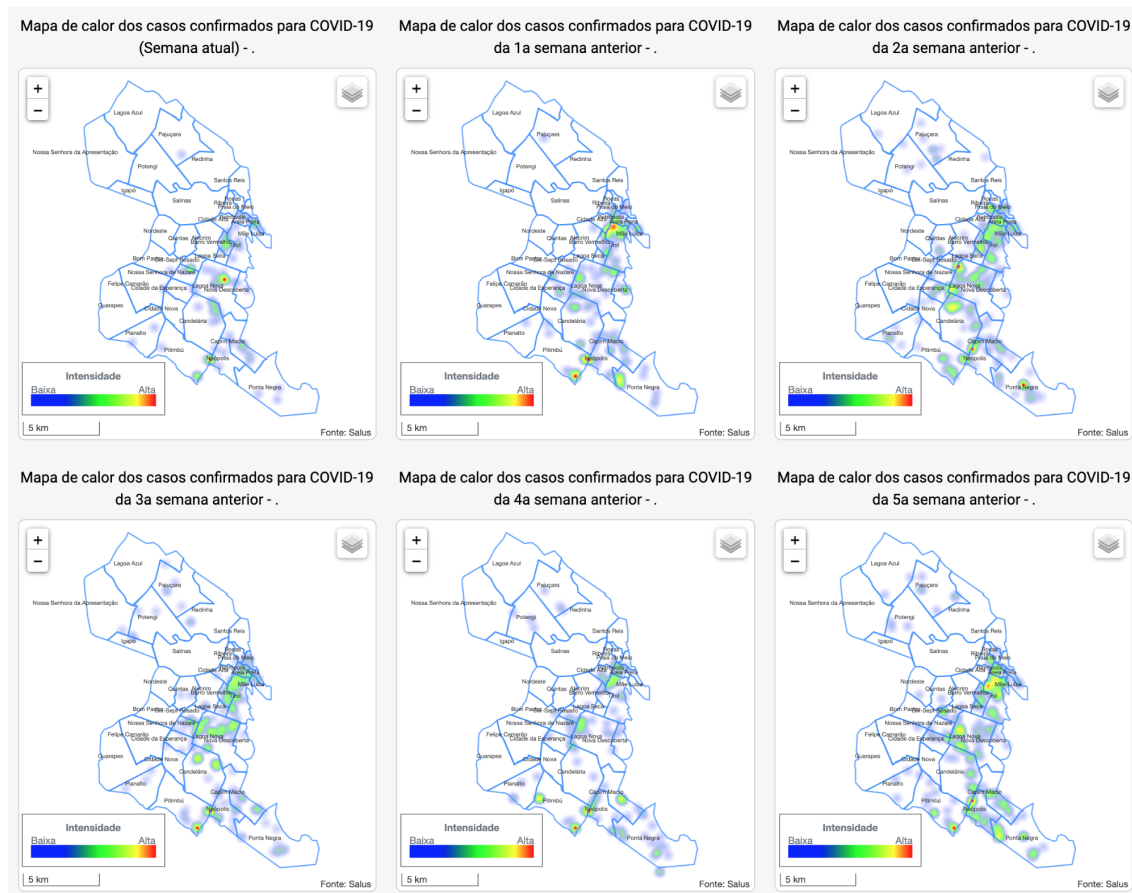
Figura 4.8: Painel Público de Indicadores - Dados de Incidência



Fonte: Produção Própria

Todos os indicadores apresentados nas Figuras 4.8 e 4.9 são resultados agregados do processamento descrito ao final da seção anterior e armazenados em um serviço de banco de dados em memória para alta disponibilidade e desempenho.

Figura 4.9: Painel de Indicadores - Mapa de Calor por semana Epidemiológica



Fonte: Produção Própria

Desde o início de 2020 até o dia 16/02/2021 foram processadas 331.298 notificações no município de Natal/RN, gerando 2.875 agrupamentos de registros em duplicidade através dos algoritmos de similaridade e resultando em 229.762 notificações válidas. Isso demonstra que 104.475 (31,53%) dos registros enviados não estão em conformidade e que, portanto, o Salus pôde qualificar dados das notificações. A Tabela 4.1 apresenta os motivos de não conformidade dos registros desativados. Cabe destacar que sem o Salus, a desativação dessas notificações seria realizada manualmente. A partir disso é possível concluir que o Salus promoveu a eficiência no processo de trabalho de Vigilância em Saúde e Atenção em Saúde. Além disso, permitiu que a gestão de saúde pública tomasse ações e medidas oportunas no combate às doenças infectocontagiosas.



Tabela 4.1: Discriminação dos motivos de registros fora de conformidade

Motivo de não conformidade	Quantidade de registros
Município de residência fora de Natal/RN	89.351
Caso cancelado	3.741
Nome completo vazio	39
Localização não identificada	5.876
Notificação repetida	2.413
Notificação similar	3.052
Associações de bairro pertencentes a outros, mas localidade obtida do CEP pertence a cidade	3
<b>Total</b>	<b>104.475</b>

Fonte: Produção Própria

## 4.1 Análise na base de dados do SINAN

No contexto das notificações de sífilis, foram realizados ensaios na base de dados do SINAN, que é o sistema de notificação compulsória do Ministério da Saúde. É importante ressaltar que o fluxo de dados do SINAN é hierárquico, começando pelas unidades notificantes que preenchem a ficha de notificação, passando pela Secretaria Municipal de Saúde, Regional de Saúde, Secretaria Estadual de Saúde e, então, o Ministério da Saúde. Após o preenchimento de uma ficha de notificação, os dados são enviados para a instância superior através do procedimento de transferência vertical, onde cada ente da cadeia é responsável por executar rotinas de limpeza de dados incluídas no próprio SINAN tais como remoção de duplicados. Ao final, o MS realiza a última rotina e trata os dados para geração de boletins.

Nesse sentido, os experimentos realizados foram em relação aos dados de sífilis congênita e em gestantes nas bases de dados do município de Natal/RN e também a do Ministério da Saúde, entre os anos de 2015 e 2019.

Em uma primeira análise, ao comparar as duas bases de dados, foram percebidas dissonâncias no quantitativo de notificações no recorte do município de Natal, conforme Tabela 4.2. Isso era esperado, considerando que os dados tenham sido limpos mais três vezes, a cada nível da hierarquia.

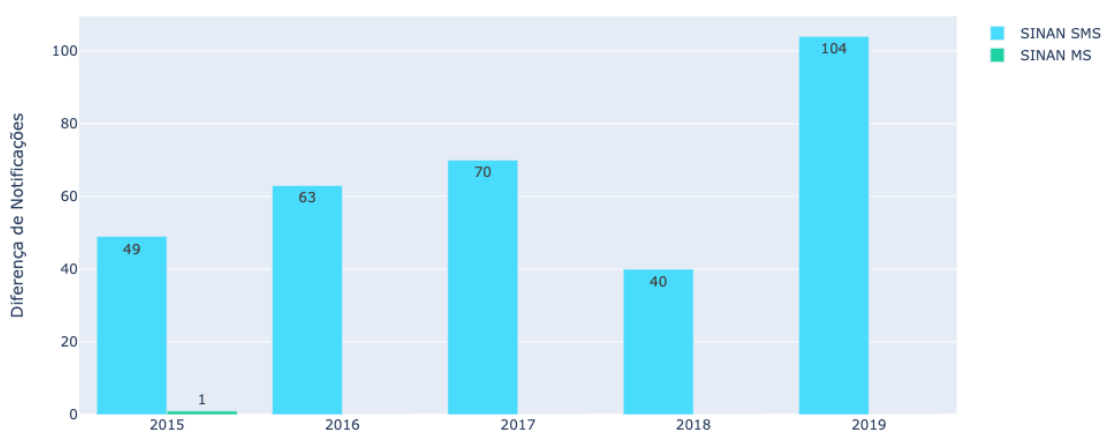
Além disso, foram verificadas as diferenças de notificações entre as duas bases de dados. Por exemplo, na Figura 4.10, corresponde às notificações de sífilis em gestantes, percebe-se que no ano de 2015 há 49 notificações existentes na base da SMS Natal e que não existem na base do MS. Da mesma forma, existe 1 notificação na base do MS que não está na base da SMS. Esse último fenômeno pode ser observado com mais intensidade nos dados de sífilis congênita nos anos de 2018 e 2019, visto na Figura 4.11.

Tabela 4.2: Tabela comparativa da quantidade de notificações entre as bases do SINAN em Natal/RN

Ano	Quantidade de notificações			
	Sífilis em Gestante		Sífilis Congênita	
	SMS	MS	SMS	MS
2015	49	49	370	322
2016	89	82	312	249
2017	149	135	447	377
2018	361	307	466	426
2019	470	425	514	402

Fonte: Produção Própria

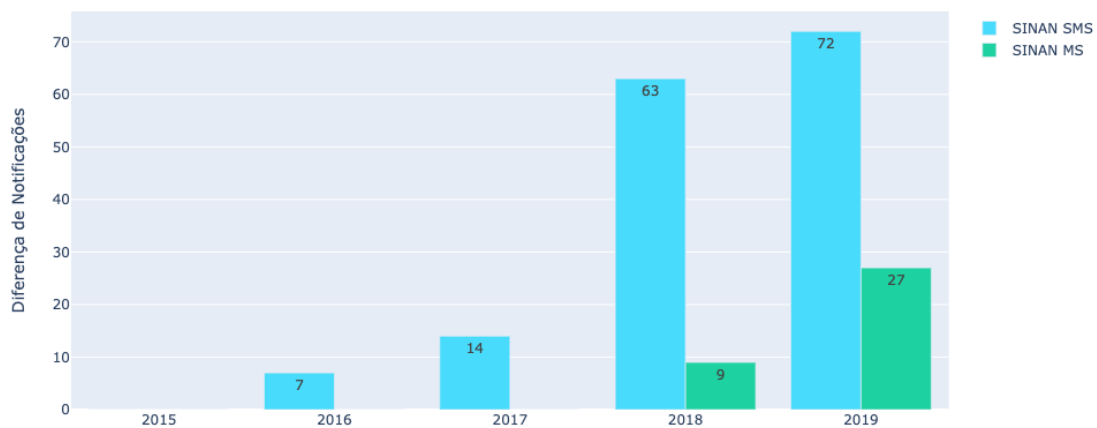
Figura 4.10: Gráfico Comparativo de Diferença das Notificações de Sífilis Congênita



Fonte: Produção Própria

Há espaço para uma investigação mais aprofundada sobre o motivo dessa relação inversa, já que os motivos pelos quais as exclusões e inclusões de dados não são verificáveis pelo município, caso existam. No Salus, o processo é mais transparente, pois todas as notificações desativadas apresentam justificativa e são verificáveis.

Figura 4.11: Gráfico Comparativo de Diferença das Notificações de Sífilis em Gestante



Fonte: Produção Própria

Além disso, já que os dados tratados pelo MS não estão retornando para a SMS, pelo menos através do próprio SINAN, o município não consegue realizar um processo de vigilância eficiente, já que depende dos boletins anuais gerados pelo MS para obter a informação completa.

## 4.2 Resultados dos Inquéritos Populacionais - PCAP

O módulo PCAP foi construído com o intuito de permitir a criação de qualquer tipo de inquérito com flexibilidade de construção, permitindo a elaboração de condições lógicas entre as questões.

O Módulo PCAP é dividido em três submódulos: Construção do Inquérito, Aplicação do Inquérito e Monitoramento do Inquérito. O submódulo de construção do inquérito, permite a construção de inquéritos para as mais variadas finalidades. Nele, os usuários possuem flexibilidade de montarem as seções, perguntas obrigatórias, perguntas opcionais e perguntas dependentes de seus inquéritos através de uma interface web simples e amigável. A Figura 4.12 ilustra a interface web do submódulo de Construção de Inquéritos.

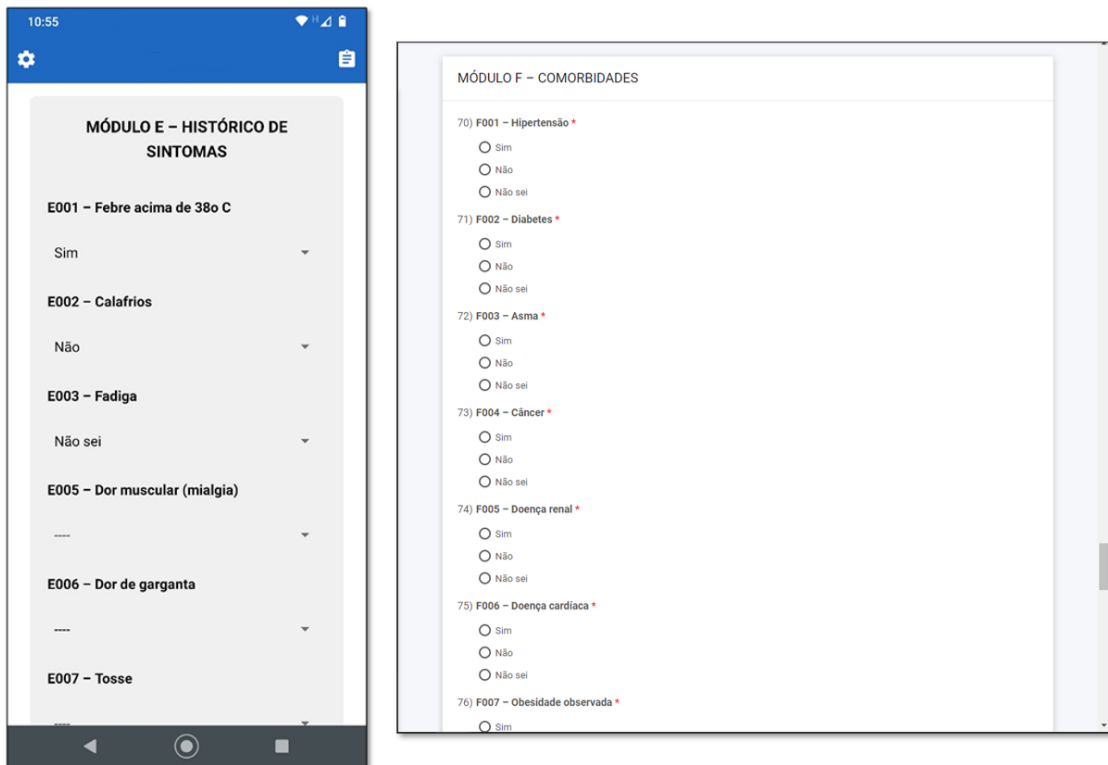
Figura 4.12: Tela de Construção do Inquérito no Módulo PCAP

The figure displays two screenshots of the PCAP module interface for questionnaire construction. The left screenshot shows a list of questions (70, 71, 72) with radio button options and a 'Resposta Obrigatória' checkbox. The right screenshot shows the 'Edição da Pergunta' screen for question F001 - Hipertensão, with fields for 'Tipo da Pergunta', 'Enunciado da Pergunta', 'Descrição da Pergunta', and 'Opções'.

Fonte: Produção Própria

Por sua vez, o submódulo de aplicação do inquérito permite a realização da coleta das respostas tanto a partir da interface web quanto a partir de um dispositivo móvel (*smartphone* ou *tablet*). Nele, os respondentes do inquérito podem ser classificados como usuários externos identificados a partir do CPF ou CNS ou como usuários anônimos. A Figura 4.13 ilustra a interface do submódulo de Aplicação de um inquérito nas versões *Mobile* e *Web*.

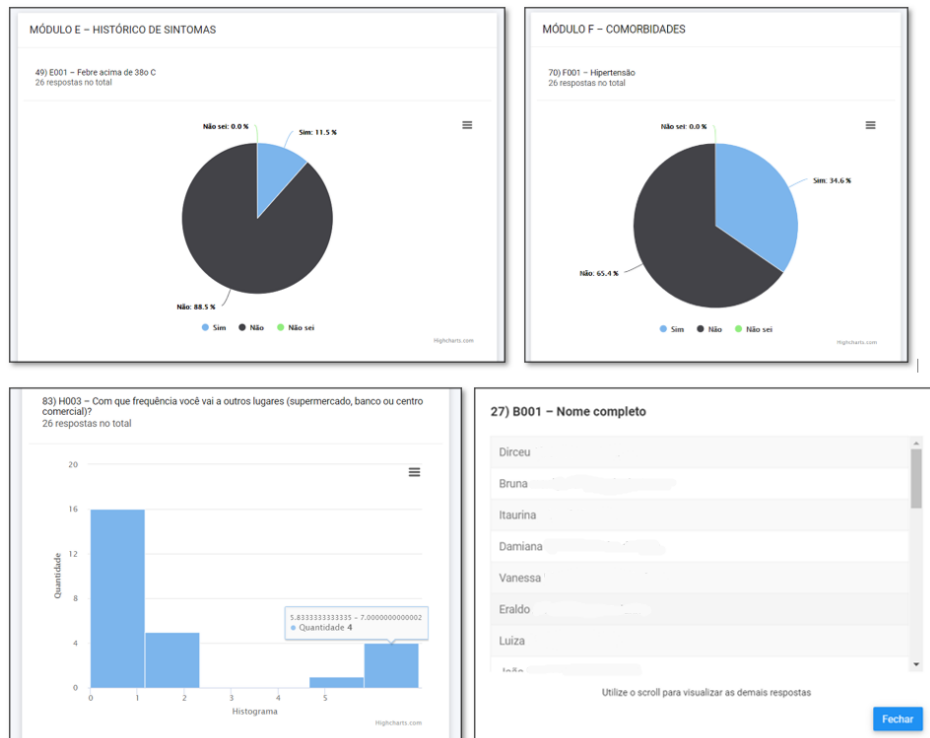
Figura 4.13: Tela da aplicação de um inquérito no Módulo PCAP - Versão Mobile e na Versão Web



Fonte: Produção Própria

Por fim, o submódulo de Monitoramento de Respostas do inquérito permite o acompanhamento em tempo real, através de um dashboard interativo onde é possível acompanhar através de gráficos estatísticos e tabelas, do percentual e das respostas de cada uma das perguntas do inquérito. Além disso, é possível exportar a base de dados coletada em cada inquérito para os formatos PDF, CSV e XLSX e assim, analisar as respostas no software de sua preferência. A Figura 4.14 ilustra o *dashboard* de Monitoramento das Respostas do Módulo PCAP.

Figura 4.14: Tela do submódulo de Monitoramento das Respostas do Inquérito no Módulo PCAP



Fonte: Produção Própria

O Módulo PCAP foi validado no Inquérito Sorológico de Base Populacional – Prevalência de infecção por Covid-19 no estado do Rio Grande do Norte (RN). No total, foram entrevistadas e examinadas com testes rápidos 20.234 pessoas nas 8 regiões de saúde do RN com perguntas alusivas a sintomas, estado de saúde, idade, comorbidades, entre outras questões referentes a infecção por COVID-19.

### 4.3 Teste de Desempenho

O teste de desempenho é uma das técnicas de garantia de qualidade definidas pelo padrão ISO/IEC/IEEE 25010 para medir a eficiência da aplicação (França e Soares 2015). É um tipo de teste não funcional que verifica o desempenho das funcionalidades do sistema em condições satisfatórias ou não e serve para verificar se as funcionalidades serão executadas adequadamente sob uma carga de trabalho esperada. Esse tipo de teste avalia o comportamento temporal do sistema medindo os tempos de resposta (TR), processamento (TP) e taxas de transferência (TT) (França e Soares 2015, Khan 2016, Jha e Popli 2017).

O objetivo do teste de desempenho não é descobrir falhas, mas eliminar gargalos de desempenho. Ele pode ser categorizado principalmente como teste de estresse e carga. O teste de estresse examina o comportamento da aplicação em situações extremas, isto

Tabela 4.3: Quantidade de requisições e picos de acessos na hora, minuto e segundos pontos das 6 funcionalidades mais utilizadas

Funcionalidade	Quantidade de requisições	Requisições/hora	Requisições/min	Requisições/seg
Listar notificações ativas	49.600 (57.55%)	346	24	3
Autenticar-se	7.393 (8.58%)	17	5	2
Registrar monitoramento de notificação	4.492 (5.21%)	5	3	1
Painel da Transparência	4.170 (4.84%)	4	2	2
Tela de Login	4.074 (4.73%)	51	29	2
Painel de Indicadores	2.418 (2.81%)	13	4	2

é, com cargas maiores que o limite especificado. É utilizado para encontrar o ponto final onde o servidor começa a se comportar anormalmente ou começa a falhar. O teste de carga visa verificar se o sistema é capaz de atender suas especificações ou não, é feito verificando a capacidade da aplicação em uma carga máxima esperada. O objetivo do teste de carga é obter o tempo de resposta da aplicação enquanto o número de usuário muda e, com isso, simular o acesso do usuário para avaliação de desempenho de uma aplicação web (Jha e Popli 2017).

Segundo Kundu e Garg (2017), para a realização de teste de desempenho, deve-se criar cenários de usuários especificando valores realistas baseados em parâmetros obtidos a partir de uma janela de observações. Nessa lógica, buscou-se obter a funcionalidade mais relevante para submeter aos testes de desempenho. Para identificar a funcionalidade que é mais acessada no Salus, foram coletados dados de registros de requisições por meio do arquivo de logs de acesso do servidor Web do Salus, no período de 03 de dezembro de 2020 a 14 de março de 2021. Nesse período, foram registrados 2.308.401 requisições. Dessas, excluimos aquelas provenientes de alertas aos usuários (2.071.208 requisições), arquivos estáticos (64.127), API web service (78.398) e requisições de controle/administrativas (8.320), totalizando portanto, 86.234 requisições para análise.

Após a preparação do arquivo de logs de acesso, utilizou-se a ferramenta GoAccess para gerar uma página HTML com um *dashboard* com várias informações estatísticas para análise de servidores web. Com isso foi possível identificar que a funcionalidade que teve mais acesso durante o período de análise foi Listar Notificações Ativas, a qual corresponde a 57,55% (49.600) do total de requisições.

Jha e Popli (2017) e Putri et al. (2017) afirmam que para a realização do teste de carga deve-se avaliar o comportamento do sistema sob um número máximo de usuários concorrentes acessando a aplicação ao mesmo tempo. Para obter esse número, utilizou-se a biblioteca pandas para analisar os *logs* de acesso e após estudo, identificou que o instante do tempo que houve um maior número de usuários acessando a funcionalidade Listar Notificações Ativas simultaneamente foi de 3 acessos por segundo.

A Tabela 4.3 abaixo apresenta os números de requisições e os picos de acessos nos instantes de tempo hora, minuto e segundo das 6 funcionalidades mais utilizadas.

A ferramenta utilizada nos experimentos foi o Apache JMeter, que é um aplicação *desktop* de código-fonte aberto desenvolvido em linguagem Java projetada para a realização de testes de desempenho e estresse em aplicações cliente/servidor, tais como aplicações Web. A ferramenta possibilita simular cenários de usuário simultâneos de forma flexível e eficaz (Wang e Wu 2019).

Segundo Suryadevara et al. (2020), os resultados dos testes de desempenho serão mais precisos se forem realizados em ambientes semelhantes ao de produção. Nessa perspectiva, o experimento foi projetado de maneira a se aproximar do cenário real. A infraestrutura física montada para a execução dos testes é composta pelo servidor de banco de dados e servidor Web com as seguintes configurações: Intel Xeon E5-2650 v3 @ 2.30 Ghz de 8 núcleos de processamento, 12GB RAM e sistema operacional Linux. O experimento foi realizado no laptop pessoal do pesquisador, no qual foi instalado e configurado o JMeter. As configurações desse laptop são: MacBook Pro, Processador Intel Core i5 @3,1GHz de 4 núcleos, 16GB RAM e sistema operacional OS X Mojave.

### 4.3.1 Configuração do Cenário de Teste

Nesta seção é descrito o plano e a estratégia utilizada para a geração e execução automática de casos de testes de desempenho.

Conforme foi visto na seção anterior, o pico máximo de requisições por segundo observado a partir do *log* de acesso do servidor Web do Salus foi de 3 requisições. Portanto, esperam-se 3 usuários no site a qualquer momento e é importante testar o comportamento do Salus quando esses usuários estiverem acessando a funcionalidade de Listar Notificações Ativas ao mesmo tempo. Nesse caso, o plano de teste é configurado com *Threads* igual a 3 usuários simultâneos, *Ramp-up* 15 segundos e *Schedule* 1200 segundos (20 minutos).

Cabe destacar que o baixo número de usuários simultâneos é esclarecido pelo fato de se tratar de uma aplicação web com funcionalidades e públicos bastantes específicos e, portanto, com um tráfego muito limitado em relação a outros serviços como os oferecidos por redes sociais onde milhões de usuários simultâneos são facilmente registrados.

A propriedade *threads* no JMeter está relacionada ao número de usuários virtuais simultâneos a serem utilizados no teste. O teste inicia com 1 usuário, e baseado no valor especificado na propriedade *Ramp-Up* os demais usuários (limite de 3) são chamados gradativamente durante o tempo do teste. O tempo total do teste são 20 minutos (1200 segundos), sendo que cada usuário deve iniciar seu teste de forma simultânea a cada 5 segundos, ( $75 \text{ ramp-up} / 15 \text{ threads} = 5$  segundos, ou seja, um novo usuário a cada 5 segundos). Antes do tempo total do teste (20 minutos), todos os usuários definidos já terão sido iniciados e estarão executando requisições simultaneamente.

O cenário de teste definido representa o usuário acessando a funcionalidade Listar Notificações Ativas. Para simular o cenário real de um usuário acessando a funcionalidade em um comportamento padrão, foram produzidos os seguintes passos pelo *script* de teste do JMeter:

- Acessar a página principal;
- Preencher o formulário de autenticação e confirmar ("Login");
- Acessar a página Listar Notificações Ativas;
- Sair do Sistema ("Logout").



Tabela 4.4: Resultados dos experimentos obtidos com a ferramenta JMeter

Requisições	Execuções			Tempos de resposta (ms)							Vazão		Rede (KB/seg)	
	Amostras	Falhas	Erros (%)	Média	Mínimo	Máximo	Mediana	Percentil 90	Percentil 95	Percentil 99	Transações	Recebido	Enviado	
Total	7118	0	0.00%	500,69	61	1625	547,00	1026,00	1070,00	1124,00	5,93	48,18	6,97	
Listar Notificações Ativas	1780	0	0.00%	1021,30	913	1625	1013,00	1089,00	1119,00	1197,57	1,48	30,46	0,75	
Preencher o formulário de login e confirmar (autenticar)	1780	0	0.00%	631,15	539	1053	611,00	717,00	743,95	859,19	1,48	9,18	2,73	
Página principal	1780	0	0.00%	80,23	61	279	73,00	94,00	136,00	237,57	1,48	3,48	0,69	
Sair do Sistema	1778	0	0.00%	269,82	231	1364	257,50	276,00	408,05	506,83	1,48	5,12	2,81	

Fonte: Produção Própria

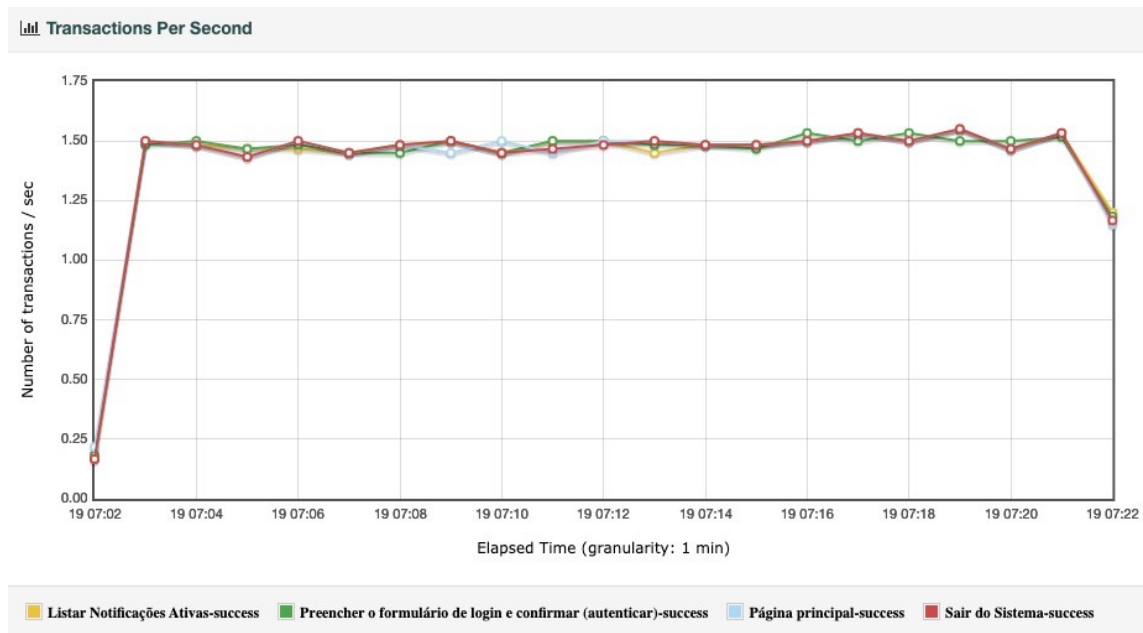
Esse conjunto de funcionalidades representa 71,39% de todas as requisições registradas durante o período de observação.

### 4.3.2 Resultados do Teste de Desempenho

Nesta seção são apresentados os resultados das métricas obtidas em relação a funcionalidade Listar Notificações Ativas, tendo em vista que esta é a que mais induz o desempenho geral da arquitetura.

A Tabela 4.4 demarca os resultados dos experimentos dos testes utilizando a ferramenta JMeter. Após 20 minutos de experimentos, foram obtidas 1.780 solicitações com tempo médio de resposta de 1021 milissegundos e mediana do tempo de resposta de 1013 milissegundos. Aplicando o percentil 90, foi observado que 90% de todas as solicitações não demoraram mais do que 1089 milissegundos. Aplicando o percentil 95, foi observado que 95% de todas as solicitações não demoraram mais do que 1070 milissegundos. O percentual de erros foi de 0%. O tamanho total recebido foi de 36,55 MB (30,46 kB por segundo vezes 1.200) e o tamanho total enviado foi de 0,9 MB (6,97 kB por segundo vezes 1.200). A Figura 4.15 apresenta o gráfico de transações por segundo para cada uma das funcionalidades testadas no sistema.

Figura 4.15: Resultados de transações por segundo obtidas com a ferramenta JMeter



Fonte: Produção Própria

A partir da análise dos resultados dos testes, foi visto que os tempos de resposta médio, mediana, percentil 90 e percentil 95 mantiveram-se próximos dos 1000 milissegundos, que na realidade compreende a transferência dos dados da requisição original e todos os arquivos estáticos relacionados.

---

# Capítulo 5

## Conclusão

---

O presente Capítulo discute os resultados gerais, bem como as limitações, os desafios, os impactos, as contribuições e, por último, as investigações futuras relacionados ao presente trabalho.

### 5.1 Considerações sobre às questões problemas da tese: contribuições

O presente trabalho demonstrou que é possível articular a vigilância e a atenção à saúde através de uma solução de saúde digital no SUS do Brasil. Tal solução intervém no histórico problema, até então, dicotômico no SUS e que tem produzido não somente a fragmentação de dados e informação em saúde, mas também dos processos decisórios no contexto das políticas públicas, como é o caso da resposta à epidemia de sífilis no país. Assim, o Salus, como solução de saúde digital conseguiu responder a todas as questões problema desta tese doutorado, as quais são apresentadas na sequência.

- É possível desenvolver uma solução de saúde digital que seja capaz de articular sinergicamente a vigilância e atenção à saúde no Brasil, cujo olhar seja das partes para o todo? Ou seja, dos municípios e dos estados para a união?
  - A plataforma Salus conseguiu a partir de métodos computacionais baseado em interoperabilidade integrar a vigilância e atenção à saúde. Com isso, foi possível imprimir um modelo de qualificação dos dados e dos processos de trabalhos tanto na vigilância quanto na atenção à saúde. Tal aspecto, desenvolvido a partir da mediação tecnológica no território (município), favorece toda a cadeia lógica de produção e transferência de dados e informação oportuna e de qualidade para os estados e para a união. O Salus mitiga a necessidade de desenvolver novos tratamentos que podem causar erros e produzir dissonância de dados.
- No contexto da resposta à sífilis, é possível desenvolver uma arquitetura tecnologia que faça a gestão de casos centrada na integração entre a vigilância e a atenção à saúde, como forma de qualificar os processos de trabalhos nestas duas dimensões e prover uma visão mais sistêmica e global dos casos de sífilis no território?

- O Salus, como solução de saúde digital para gestão de casos da sífilis, foi testado na sua dimensão de integrar ações de vigilância e atenção em saúde. Os resultados demonstram que a plataforma produz dados e informação qualificada e capaz de melhorar os processos de trabalho tanto da vigilância como da atenção em saúde numa perspectiva conjunta, respeitando as peculiaridades de cada área, além de prover uma visão mais sistêmica e global dos casos de sífilis no território e promove qualidade à tomada de decisão dos gestores nos três níveis do SUS.
- Cabe destacar que o Salus foi testado tanto em processos aplicados à gestão de casos de sífilis como de casos de covid-19. É importante destacar, que aplicação do Salus no contexto da covid-19, permitiu aprimorar diversos algoritmos e métodos computacionais inteligentes, pois estes foram oportunamente validados diante de grandes volumes de dados, que também estavam submetidos ao monitoramento de pacientes. Tal ambiente, não era possível de encontrar nos casos da sífilis em Natal/RN, pois o volume de dados era bem menor.
- É possível por meio de uma solução de saúde digital centrada na gestão de casos da sífilis contribuir para a eliminação da sífilis congênita nos municípios? E com isso indicar que o município alcançou indicadores para certificação da eliminação da sífilis congênita?
  - A plataforma Salus contempla uma área específica que permite ao gestor de saúde pública do município definir ou adotar metas e ao mesmo tempo acompanhar o seu alcance. O processo de eliminação da sífilis congênita segue protocolos específicos com indicadores e metas pactuadas para certificação nacional e internacional da eliminação. Uma vez que o gestor municipal tome a decisão, o Salus permite o acompanhamento do trabalho municipal para fins de certificação no seu painel de indicadores. Portanto, com base em uma visão integrada da saúde, de processos guiados a partir de um solução de saúde digital centrada na gestão de casos é possível, sim, monitorar indicadores online referentes a eliminação da sífilis congênita, de modo a propor planos de intervenção mais oportunos que possam produzir resultados mais eficientes no município.

## 5.2 Considerações Finais e Trabalhos em Perspectiva

O Salus é uma solução de saúde digital (Valentim et al. 2018) que surgiu da necessidade de realizar a gestão de casos no contexto da sífilis. Durante a pandemia foi utilizado para o monitoramento dos indicadores da covid-19 (Valentim et al. 2021), o que proporcionou validar uma parte da arquitetura da plataforma relacionada às notificações, geração dos indicadores e monitoramento de pacientes (gestão de casos). No contexto tecnológico, o uso do Salus, pela Prefeitura do Natal/RN, foi importante para validar os métodos matemáticos e os modelos responsáveis pela qualificação da informação recebida durante os processos das notificações.

No âmbito da sífilis, este trabalho conseguiu demonstrar que é possível conduzir políticas públicas de saúde mediadas por uma solução de saúde digital. A gestão de casos de sífilis possibilitou uma visão integrada entre vigilância e atenção em saúde, pois criou um ambiente favorável para acompanhar o paciente desde a notificação até o tratamento e a cura. Logo, a presente tese de doutorado permitiu conhecer de maneira bastante aprofundada as fragilidades dos atuais sistemas de informação do SUS para a gestão pública. Isso, no âmbito da sífilis ou de outras ISTs, bem como das demais epidemias que necessitem de uma visão ecológica e integrada dos dados e informações produzidas entre a atenção e a vigilância em saúde.

Atualmente, quando se considera as premissas de interoperabilidade e de ecossistemas informacionais, a partir dos estudos realizados com o Salus é possível afirmar que é praticamente impossível a partir dos sistemas de informação utilizados pelo DATASUS/MS desenvolver uma gestão integrada, que atue com base em dados e evidências que possam qualificar melhor as tomadas de decisões no âmbito da políticas públicas de saúde. Isso é bastante evidente no caso do enfrentamento à sífilis e das demais ISTs, pois o sistema de notificação de agravos é muito frágil neste sentido.

Neste contexto, a plataforma Salus, demonstrou ser capaz de unificar e (re)organizar toda a estrutura de dados e informações interáreas (vigilância e atenção), sendo esta uma contribuição importante deste tese. Tal aspecto, possibilita ao gestor, de maneira oportuna, planejar melhor as ações para o enfrentamento da epidemia da sífilis em seu município. Isso porque, consegue articular por meio de mecanismos centralizados de interoperabilidade a uma visão unificada da real situação de saúde frente a uma epidemia como a da sífilis. Neste âmbito, cabe mencionar a importância do uso do Salus como ferramenta dos gestores para acompanhamento oportuno dos dados de eliminação da sífilis congênita e posterior certificação nacional e internacional.

Para além das questões de interoperabilidade, da integração interárea, da contribuição para aperfeiçoamento dos processos de trabalho, o Salus, também conseguiu enxergar dissonâncias de dados existentes entre o que está se produzindo no município e o que está se publicando no Governo Federal. Neste sentido, o Salus se constitui com uma tecnologia de implantação necessária, na medida em que, é importante para a tomada de decisão frente a crise sanitária ocasionada pela Sífilis no Brasil. Especialmente, por resolver hiatos historicamente consolidados no país, os quais até o momento nunca foram solucionados. Portanto, trata-se de uma solução de saúde digital importante para o planejamento e para eliminação da sífilis congênita nos municípios em todo o território nacional.

Como perspectiva futura, cabe destacar que a partir do mês de abril de 2021 o Salus será implantado em formato piloto em pelo menos cinco municípios do Brasil, os quais já contam com pesquisadores selecionados para esse acompanhamento. Tal processo se faz ainda necessário, pois é fundamental implementar requisitos mais generalistas, que possam atender as singularidades locorregionais, uma vez que a plataforma foi testada apenas no município de Natal/RN. A implementação do Salus em seu formato piloto será conduzida com recursos do projeto "Sífilis Não" e terá um cronograma que certamente irá extrapolar o ano de 2021, em virtude da pandemia e da complexidade da operação.

---

# Referências Bibliográficas

---

- Acharya, Subrata, Branden Ehrenreich e James Marciniak (2015), OWASP inspired mobile security, *em* ‘2015 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM)’, IEEE, pp. 782–784.
- Baabad, Ahmed, Hazura Binti Zulzalil, Salmi Binti Baharom e Others (2020), ‘Software architecture degradation in open source software: A systematic literature review’, *IEEE Access* **8**, 173681–173709.
- Bachmann, Felix, Len Bass, Mark Klein e Charles Shelton (2005), ‘Designing software architectures to achieve quality attribute requirements’, *IEE Proceedings-Software* **152**(4), 153–165.
- Bass, Len, Paul Clements e Rick Kazman (2003), *Software architecture in practice*, Addison-Wesley Professional.
- Brasil (2013a), ‘Pesquisa de conhecimento, atitudes e práticas na população brasileira’.
- Brasil (2013b), ‘Portaria nº1.378, de 9 de julho de 2013. Regulamenta as responsabilidades e define diretrizes para execução e financiamento das ações de Vigilância em Saúde pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios, relativos ao Sistema Nacional de Vigilância em Saúde e Sistema Nacional de Vigilância Sanitária’, *Diário Oficial da União* .
- Brasil (2015), ‘Portaria nº589, de 20 de maio de 2015. Institui a Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (PNIIS)’, *Diário Oficial da União* .
- Brasil (2017), ‘Portaria de Consolidação MS/GM nº 4, de 28 de setembro de 2017. Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN).’, *Diário Oficial da União* .
- Brasil (2018), *Sífilis 2018*, Vol. 49.
- Brasil (2020), ‘Portaria Nº 1.434, de 28 de Maio de 2020. Rede Nacional de Dados em Saúde’, *Diário Oficial da União* .
- Bugliesi, Michele, Stefano Calzavara e Riccardo Focardi (2017), ‘Formal methods for web security’, *Journal of Logical and Algebraic Methods in Programming* **87**, 110–126.

- Cifuentes, Y, L Beltrán e L Ram´(2015), ‘Analysis of security vulnerabilities for mobile health applications’, *International Journal of Health and Medical Engineering* **9**(9), 1067–1072.
- da Fonseca, Fábio Campelo Santos (2015), Sistemas de informação da atenção à saúde: da fragmentação à interoperabilidade, em ‘Sistemas de informação da atenção à saúde: contextos históricos, avanços e perspectivas no SUS’, pp. 9–21.
- de Andrade, Ion Garcia Mascarenhas, Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim e Carlos Alberto Pereira de Oliveira (2020), ‘The influence of the No Syphilis Project on congenital syphilis admissions between 2018 and 2019’, *DST j. bras. doenças sex. transm* pp. 1–6.
- de Morais Pinto, Rafael, Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim, Lyrene da Silva, Thaisa de Moura Santos Lima, Vivekanandan Kumar, Carlos Alberto de Oliveira, Cristine de Gusmão, Jailton Carlos de Paiva e Ion de Andrade (2021), ‘Analyzing the reach of public health campaigns based on multidimensional aspects: the case of the syphilis epidemic in Brazil’, *BMC Public Health* **21**, 1632.
- Domingues, Rosa Maria Soares Madeira, Celia Landmann Szwarcwald, Paulo Roberto Borges Souza e Maria do Carmo Leal (2014), ‘Prevalence of syphilis in pregnancy and prenatal syphilis testing in Brazil: birth in Brazil study’, *Revista de saude publica* **48**, 766–774.
- dos Santos, Marquiony, Ana Karla Bezerra Lopes, Angelo Giuseppe Roncalli e Kenio Costa de Lima (2020), ‘Trends of syphilis in Brazil: a growth portrait of the treponemic epidemic’, *Plos one* **15**(4), e0231029.
- DSF (2020), ‘Django: The Web framework for perfectionists with deadlines’.  
**URL:** <https://www.djangoproject.com/>
- Farinelli, Fernanda e Maur´ Barcellos Almeida (2014), ‘Interoperabilidade semântica em sistemas de informação de saúde por meio de ontologias formais e informais: um estudo da norma OpenEHR’, *XVII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informaç ao* **17**(1).
- França, Joyce M.S. e Michel S. Soares (2015), ‘SOAQM: Quality model for SOA applications based on ISO 25010’, *ICEIS 2015 - 17th International Conference on Enterprise Information Systems, Proceedings* **2**, 60–70.
- Goyal, Gaurav, Karanjit Singh e K R Ramkumar (2017), A detailed analysis of data consistency concepts in data exchange formats (JSON & XML), em ‘2017 International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA)’, IEEE, pp. 72–77.
- Hochstein, Lorin e Mikael Lindvall (2005), ‘Combating architectural degeneration: a survey’, *Information and Software Technology* **47**(10), 643–656.

- Jain, Anurag Kumar e Devendra Shanbhag (2012), 'Addressing security and privacy risks in mobile applications', *IT Professional* **14**(5), 28–33.
- Jha, Nisha e Rashmi Popli (2017), 'Comparative Analysis of Web Applications using JMeter.', *International Journal of Advanced Research in Computer Science* **8**(3).
- Kamb, Mary L, Lori M Newman, Patricia L Riley, Jennifer Mark, Sarah J Hawkes, Tasneem Malik e Nathalie Broutet (2010), 'A road map for the global elimination of congenital syphilis', *Obstetrics and gynecology international* **2010**.
- Kerani, Roxanne P, H Hunter Handsfield, Mark S Stenger, Taraneh Shafii, Ellen Zick, Devon Brewer e Matthew R Golden (2007), 'Rising rates of syphilis in the era of syphilis elimination', *Sexually transmitted diseases* **34**(3), 154–161.
- Khan, Rizwan Bahrawar (2016), 'Comparative study of performance testing tools: apache Jmeter and HP loadrunner'.
- Kranch, Michael e Joseph Bonneau (2015), Upgrading https in mid-air, *em* 'Proceedings of the 2015 Network and Distributed System Security Symposium. NDSS'.
- Kruchten, Philippe B (1995), 'The 4+ 1 view model of architecture', *IEEE software* **12**(6), 42–50.
- Kundu, Shakti e L. Garg (2017), Web log analyzer tools: A comparative study to analyze user behavior, *em* 'Proceedings of the 7th International Conference Confluence 2017 on Cloud Computing, Data Science and Engineering', Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., pp. 17–24.
- Lago, Eleonor G (2016), 'Current perspectives on prevention of mother-to-child transmission of syphilis', *Cureus* **8**(3).
- Milanez, Helaine (2016), 'Syphilis in pregnancy and congenital syphilis: why can we not yet face this problem?'.
- Momjian, Bruce (2001), *PostgreSQL: introduction and concepts*, Vol. 192, Addison-Wesley New York.
- Navarro, Gonzalo (2001), 'A guided tour to approximate string matching', *ACM computing surveys (CSUR)* **33**(1), 31–88.
- Nurseitov, Nurzhan, Michael Paulson, Randall Reynolds e Clemente Izurieta (2009), 'Comparison of JSON and XML data interchange formats: a case study.', *Caine* **9**, 157–162.
- Ofoeda, Joshua, Richard Boateng e John Effah (2019), 'Application programming interface (API) research: A review of the past to inform the future', *International Journal of Enterprise Information Systems (IJEIS)* **15**(3), 76–95.



- Organization, World Health e Others (2017), ‘Global guidance on criteria and processes for validation: elimination of mother-to-child transmission of HIV and syphilis’.
- Ozkaya, Mert (2016), What is software architecture to practitioners: A survey, *em* ‘2016 4th International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development (MODELSWARD)’, Ieee, pp. 677–686.
- Ozkaya, Mert e Ferhat Erata (2020), ‘A survey on the practical use of UML for different software architecture viewpoints’, *Information and Software Technology* **121**, 106275.
- Pascom, Ana Roberta Pati e Célia Landmann Szwarcwald (2011), ‘Sex inequalities in HIV-related practices in the Brazilian population aged 15 to 64 years old, 2008’, *Cadernos de saude publica* **27**, s27—s35.
- Pautasso, Cesare (2014), RESTful web services: principles, patterns, emerging technologies, *em* ‘Web Services Foundations’, Springer, pp. 31–51.
- Putri, Mayang Anglingsari, Hilman Nuril Hadi e Fatwa Ramdani (2017), Performance testing analysis on web application: Study case student admission web system, *em* ‘2017 international conference on sustainable information engineering and technology (SIET)’, IEEE, pp. 1–5.
- Rathod, Digvijaysinh (2017), ‘Performance evaluation of restful web services and soap/wsdl web services’, *International Journal of Advanced Research in Computer Science* **8**(7), 415–420.
- Rozanski, Nick e Eoin Woods (2012), *Software systems architecture: working with stakeholders using viewpoints and perspectives*, Addison-Wesley.
- Rubio, Daniel (2017), REST services with Django, *em* ‘Beginning Django’, Springer, pp. 549–566.
- Saad, Motaz K, Ramzi Abed e Hatem M Hamad (2010), ‘Performance evaluation of restful web services for mobile devices’, *International Arab Journal of e-Technology* .
- Suryadevara, Sushma, Shahid Ali e Others (2020), Preperformance Testing of A Website, *em* ‘CS & IT Conference Proceedings’, Vol. 10, CS & IT Conference Proceedings.
- Teixeira, Maria da Glória, Gerson Oliveira Penna, João Batista Risi, Maria Lucia Penna, Maria Fernanda Alvim, José Cássio de Moraes e Expedito Luna (1998), ‘Seleção das doenças de notificação compulsória: critérios e recomendações para as três esferas de governo’, *Informe epidemiológico do SUS* **7**(1), 7–28.
- Vainikka, Joel (2018), ‘Full-stack web development using Django REST framework and React’.

- Valentim, R A M, K D Coutinho, A H F Morais, T S Lima, M C S Guimarães, J H V Silva Neto e Tecnologia e Insumos Estratégicos Ministério da Saúde do Complexo Industrial e Inovação em Saúde Secretaria de Ciência (2018), ‘Conectividade e digitalização no contexto da saúde global: um olhar para o futuro inspirado na saúde 4.0’, *Departamento do Complexo Industrial e Inovação em Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Ministério da Saúde, organizador. Avanços, desafios e oportunidades no Complexo Industrial da Saúde em serviços tecnológicos. Brasília: Ministério da Saúde* pp. 254–273.
- Valentim, Ricardo Alexandro de Medeiros, Thaisa Santos Lima, Lyane Ramalho Cortez, Daniele Montenegro da Silva Barros, Rodrigo Dantas da Silva, Jailton Carlos de Paiva, Karilany Dantas Coutinho, Philippi Sedir Grilo de Morais, Juciano de Sousa Lacerda e Fernando Rocha de André (2021), ‘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* **26**, 2035–2052.
- Wang, Guanhua (2011), Improving data transmission in web applications via the translation between XML and JSON, *em* ‘2011 Third International Conference on Communications and Mobile Computing’, IEEE, pp. 182–185.
- Wang, Junmei e Jihong Wu (2019), ‘Research on performance automation testing technology based on JMeter’, *Proceedings - 2019 International Conference on Robots and Intelligent System, ICRIS 2019* pp. 55–58.
- Wehner, Philipp, Christina Piberger e Diana Göhringer (2014), Using JSON to manage communication between services in the Internet of Things, *em* ‘2014 9th International Symposium on Reconfigurable and Communication-Centric Systems-on-Chip (ReCoSoC)’, IEEE, pp. 1–4.
- Workowski, Kimberly A e Gail A Bolan (2015), ‘Sexually transmitted diseases treatment guidelines, 2015’, *MMWR. Recommendations and reports: Morbidity and mortality weekly report. Recommendations and reports* **64**(RR-03), 1.
- World Health Organization (2007), ‘The global elimination of congenital syphilis: rationale and strategy for action’.