



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO
COORDENADORIA DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO DO CAMPUS ARACATI
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Arthur Bezerra Nunes

DENGOSA - UM SISTEMA DE GESTÃO E INFORMAÇÃO
GEOGRÁFICA PARA APOIO À DECISÃO EM EPIDEMIAS

ARACATI-CE
2017

Arthur Bezerra Nunes

DENGOSA - UM SISTEMA DE GESTÃO E INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA PARA APOIO À DECISÃO EM EPIDEMIAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenadoria de Ciência da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Aracati como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Área de pesquisa: Sistema de apoio à decisão.

Orientador: Dr. Antônio Mauro Barbosa de Oliveira

Co-Orientadora: Dra. Carina Teixeira de Oliveira

Aracati-CE
2017



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
COORDENADORIA DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO DO CAMPUS ARACATI
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

ARTHUR BEZERRA NUNES

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do Grau de Bacharel em Ciência da Computação, sendo aprovado pela Coordenadoria de Ciência da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Aracati e pela banca examinadora:

Prof. Dr. Antonio Mauro Barbosa de
Oliveira
(Orientador)
Instituto Federal do Ceará - IFCE

Profa. Dra. Carina Teixeira de Oliveira
(Co-Orientadora)
Instituto Federal do Ceará - IFCE

Prof. Dr. Guilherme Diniz Irffi
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dr. Reinaldo Bezerra Braga
Instituto Federal do Ceará - IFCE

Aracati, 20 de Abril de 2017

Agradecimentos

É um pouco difícil escrever essa parte do trabalho pois a quantidade de pessoas que me incentivaram e apoiaram na execução dele é grande. Para começar, agradeço a todos os amigos que consegui no Instituto Federal do Ceará Campos Aracati, especialmente aos meus amigos do Laboratório de Redes de Aracati LAR-A, Lindemberg Barbosa, João José, Werlesson Oliveria, Eliezio Neto, Chythia Bravo, Jacyana Barbosa, dentre outros, pois com eles tive ótimos momentos no IFCE Aracati. Quando me lembro de como as coisas se iniciaram em 2013 no laboratório, onde começou a reunir pessoas que queriam ajudar na ciência e tecnologia, "cenários que pareciam tão distantes e hoje vejo sendo aplicado com tantos jovens e projetos", fico muito animado. Agradeço também à paciência "aparentemente infinita!", dos meus professores, Mauro Oliveira, Carina Oliveira, Reinaldo Braga, Raquel Silveira e muitos outros que, sem exagero, considero verdadeiros heróis alavancando a propagação do conhecimento em nossa área, mesmo com todas as dificuldades. Agradeço a banca pela disponibilidade e atenção para avaliar este trabalho. Eles apostaram na minha formação e contribuíram para me torna um profissional na Tecnologia da Informação. Não tem como não agradecer a todos aqueles que compartilharam sua atenção e seus momentos comigo, como os meus amigos de infância, no bairro onde eu nasci "Barroso", a minha turma da igreja e a minha namorada Edilene Nogueira que sempre me apoiaram na vida. Tantos cafés, discussões e suporte que não tenho palavras para descrever. Além de todos estes novamente agradeço à minha família, em especial a minha mãe, Eliane Simão e a meu pai, Raimundo Marcos, que deu muito carinho e teve muita paciência na minha educação. E por último agradeço a Deus por tudo que ele tem feito na minha vida. Obrigado, muito obrigado a todos vocês!

Resumo

O processo de vigilância epidemiológica preocupa os gestores públicos devido à dificuldade da disponibilidade de informações completas e atualizadas. Em geral, as ocorrências de dengue, por exemplo, não são atualizadas nas bases federais de modo que se tenha informações adequadas às necessidades das campanhas de controle de epidemias. À medida que a agregação de dados incompletos aumenta, a informação dos indicadores epidemiológicos tornar-se-á mais discrepante. Conseqüentemente, os resultados serão enganosos. Uma boa prática para se mitigar os efeitos da incompletude e a desatualização dos dados de saúde da população é a utilização de técnicas de geoprocessamento, que também permitem observar a distribuição espacial das situações de risco e dos problemas de saúde. Este trabalho apresenta o DENGOSA, um sistema de gestão e informação geográfica que analisa indicadores epidemiológicos, disponibilizando serviços de apoio à decisão para o controle de epidemias. É proposta uma nova metodologia que facilita e otimiza a comunicação entre os agentes de endemias, entre a população e os gestores do município, atores relevantes para o controle da epidemia de dengue. O DENGOSA utilizando os dados epidemiológicos dos Sistemas de Informação de Saúde (SIS) pode avaliar as ações e o impacto das políticas públicas no município. Esta solução fornece também serviços por meio da troca de mensagens e avisos para o apoio administrativo de recursos usados no combate das epidemias. Um aplicativo social *mobile*, em fase de desenvolvimento, que oferece ao cidadão uma forma simples de interagir na campanha de combate à dengue também é especificado neste trabalho. Um protótipo do DENGOSA está sendo implantado no município de Aracati.

Palavras-chave: Apoio à decisão, Vigilância Epidemiológica, Geolocalização.

Sumário

1	Introdução	13
2	Fundamentação Teórica	16
2.1	Tecnologias	16
2.1.1	.NET	17
2.1.2	JAVAEE	17
2.1.2.1	Frontend	19
2.1.2.2	Backend	19
2.1.2.3	Segurança	21
2.2	Epidemiologia	24
2.2.1	Normatização	25
2.2.2	Notificação Compulsória	26
2.2.3	Coleta de Dados	27
2.2.4	Análise de dados	28
2.2.5	Medidas de Controle	28
2.2.6	Promoção de Ações	29
2.2.7	Avaliação	30
2.2.8	Divulgação	30
2.2.9	Retroalimentação do sistema	31
3	Sistemas Relacionados	32
3.1	SINAN	32
3.2	InfoDengue	33
3.3	Framework WebDengue	35
3.4	Sistemas Hospitalares	38
3.5	Sistemas de Informação Geográfica	39
4	Sistema DENGOSA	43
4.1	Informatização do processo	45
4.1.1	Coleta de Dados	46
4.1.2	Análise de dados para a tomada de decisão	47

4.1.2.1	Geovisualização	47
4.1.3	Recomendação das medidas de prevenção e controle	48
4.1.4	Retroalimentação do sistema	48
4.1.4.1	Interoperabilidade	49
4.1.4.2	Integração com o SINAN	49
5	Resultados	51
5.1	Implementação do sistema	51
5.1.1	Coleta de Dados	52
5.1.2	Análise de dados para a tomada de decisão	53
5.1.2.1	Geovisualização	54
5.1.3	Recomendação das medidas de prevenção e controle	56
5.1.4	Retroalimentação dos dados	57
5.1.4.1	Interoperabilidade	57
5.2	Arquitetura	58
5.3	Análise Complementar e Comparativa	59
6	Considerações Finais	61
	Referências	64
	Anexos	67

Lista de figuras

Figura 1 – Ciclo das funções da epidemiologia	18
Figura 2 – Ciclo das funções da epidemiologia	26
Figura 3 – Fluxo da notificação compulsória do SINAN.	33
Figura 4 – Mapa do InfoDengue (Info Dengue, 2017).	35
Figura 5 – Sistema WebDengue (NEGREIROS et al., 2011).	36
Figura 6 – Sistema WebDengue (NEGREIROS et al., 2011).	37
Figura 7 – Arquitetura SIG	41
Figura 8 – Fluxo de interação do DENGOSA.	45
Figura 9 – Formulário de notificação do sistema DENGOSA.	51
Figura 10 – Formulário do endereço do paciente no sistema DENGOSA.	52
Figura 11 – Dashboard de indicadores do sistema DENGOSA.	53
Figura 12 – Gráfico Temporal em linha Ano dividido por mês	53
Figura 13 – Filtro espaço temporal de indicadores	54
Figura 14 – Mapa de densidade do número de notificações de Aracati	55
Figura 15 – Ferramenta Editor de Regiões do DENGOSA	56
Figura 16 – Serviços Mobile	58
Figura 17 – Tecnologias do sistema DENGOSA.	59
Figura 18 – Rede Colaborativa	62

Lista de tabelas

Tabela 1 – Tabela Comparativa 60

Lista de abreviaturas e siglas

IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
SIS	Sistemas de Informação em Saúde
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
WWW	World Wide Web
HTML	Hypertext Markup Language
CGI	Common Gateway Interface
XML	Extensible Markup Language
JSON	Java Script Object Notation
POX	Plain Old XML
SOAP	Simple Object Access Protocol
COM	Microsoft Component Object Model™
JavaEE	Java™ 2 Platform Enterprise Edition
ASP.NET	Active Server Pages .NET
REST	Representation State Transfer
JCP	Java Community Process
WCF	Dub-See-Eff
JSR	Java Specification Requests
JSF	Java Server Faces
GUI	interface gráfica do usuário

EL	Expression Language
API	Java Persistence
ORM	Mapeamento Objeto-Relacional
EJB	Enterprise JavaBeans
CDI	Context and Dependency Injection
JTA	Java Transaction API
JAX-RS	Java RESTful Services
JMS	Java Message Service
OWASP	Open Web Application Security Project
EHR	Electronic Health Records
SBIS	Sociedade Brasileira de Informática em Saúde
NGS	Níveis de Garantia de Segurança
ISO	International Organization for Standardization
IoC	Inversão de Controle
AOP	Aspect-Oriented Programming
SNVE	Sistema Nacional de Vigilância Epidemiológica
FSESP	Fundação Serviços de Saúde Pública
CENEPI	Centro Nacional de Epidemiologia
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
LACEN	Laboratórios Centrais de Saúde Pública
OMS	Organização Mundial de Saúde
SUS	Sistema Único de Saúde
SINAN	Sistema de Agravos de Notificação
SIAB	Sistema de Informação da Atenção Básica
GAL	Gerenciador de Ambiente Laboratorial

CGLAB	Coordenação Geral de Laboratório de Saúde Pública
DNC	Doenças de Notificação Compulsórias
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
OSM	Open Street Map
CNS	Cadastro Nacional de Saúde
CNES	Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde
CBO	Classificação Brasileira de Ocupações
UBV	Ultrabaixo Volume
FUNCAP	Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico

INTRODUÇÃO

O surgimento das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) possibilitou o desenvolvimento de ferramentas e aplicações utilizadas em diversas áreas do conhecimento. Na área da saúde, por exemplo, estas ferramentas e aplicações são capazes de oferecer serviços de apoio à decisão no controle e combate de epidemias.

Dentre essas epidemias, a dengue é considerada uma das mais graves para a saúde pública no mundo e, portanto, precisa ser monitorada periodicamente para evitar seus surtos epidêmicos. Assim, a dengue é uma doença viral que preocupa as autoridades sanitárias do Brasil, principalmente pela facilidade da circulação do seu mosquito vetor, o *Aedes aegypti*. A umidade, a temperatura e o clima tropical favorecem uma rápida reprodução desse mosquito por todo o país. Além disso, a proliferação do inseto transmissor se torna mais preocupante porque essa virose pode desenvolver formas graves e letais da doença no ser humano (TAUIL, 2002).

No cenário brasileiro, e a área da saúde não é exceção, existe uma limitação na agregação de informações aos dados espaço-temporais. Essa limitação se agrava quando há uma carência de material e mão de obra qualificada na unidade de saúde para se realizar corretamente a coleta destas informações. Além disso, os dados não são atualizados nas bases federais de modo que haja informações adequadas às necessidades das campanhas de controle de epidemias. À medida que a agregação de dados inconsistentes aumenta, as informações para o apoio à decisão se tornam incoerentes, ocasionando avaliações incorretas e consequentes desperdícios nos recursos governamentais aplicados no combate à epidemias (FERREIRA, 2004). Sendo assim, obter dados atualizados e estudar o efeito das diferentes formas de agregação dos dados no tempo e no espaço são relevantes para a análise dos riscos da proliferação da doença e dos custos com recursos no combate e prevenção desse tipo de epidemia.

Neste contexto, o uso de técnicas de geoprocessamento é uma boa prática para uma visão espaço temporal das condições de saúde da população. Estas permitem observar a distribuição espacial das situações de risco da população e, consequentemente, apoiar a gestão dos recursos gastos no tratamento das epidemias. Além disso, o uso dos Sistemas de Informação em Saúde (SIS) no processo de aqui-

sição, organização e análise dos dados epidemiológicos, complementa a qualidade dos dados no controle epidemiológico e a avaliação das ações na saúde da população (LESSA et al., 2000).

Os serviços de saúde que não utilizam dados consolidados e padronizados, fornecidos pelos SIS, diminuem as chances de sucesso na geração de informação útil para o apoio à decisão. Além disso, as informações espaço-temporais não são totalmente exploradas nesses serviços, prejudicando o apoio à tomada de decisão por parte dos gestores. Um exemplo deste cenário é a coleta de dados mediante o uso de formulários de papel, que tende a sofrer atrasos nos registros devido aos meios burocráticos com os erros e incompletude dos dados. Em paralelo a isso, a confiabilidade dos dados, a duplicação de registros e o despreparo dos profissionais de saúde no manuseio dos SIS para a coleta de dados prejudica toda a finalidade do uso desses sistemas (NYAMTEMA, 2010). Portanto, é um desafio para os SISs garantir a qualidade das informações produzidas pelas fontes de coleta de dados, para uma interpretação consistente da realidade. Apesar da fonte primária dos dados ser a mesma (a pessoa portadora da doença), os profissionais responsáveis por coletar as informações têm diferentes aptidões para a coleta, de tal forma que os dados cadastrados no SIS podem ser inconsistentes (ARAÚJO et al., 2016).

Outro problema crescente dos SIS está relacionado ao grande volume de informações. No domínio espacial, esse problema se agrava à medida que a quantidade de informações georreferenciadas se expande, já que os sistemas precisam fornecer conteúdo personalizado em mapas para os gestores de saúde. Assim, a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é importante para esses tipos de informações, uma vez que essas categorias de sistemas permitem análises complexas, com uma rápida formação e alternância das visões e dos cenários de saúde. Isso facilita a tomada de decisão e contribui para uma melhor compreensão dos problemas atuais da saúde brasileira (FILHO; IOCHPE, 1996).

Este trabalho apresenta o DENGOSA, um sistema de gestão e informação geográfica que analisa indicadores socioeconômicos e ambientais, disponibilizando serviços de apoio à decisão para o controle de epidemias. O DENGOSA propõe uma nova metodologia que facilita e otimiza a comunicação entre os agentes de saúde, a população e os gestores do município, atores relevantes para o controle da epidemia de dengue. Esta solução fornece também serviços por meio da troca de mensagens e avisos para o apoio administrativo de recursos usados no combate das epidemias. Essas soluções podem ser usadas nos três níveis de gestão do governo (municipal, estadual, federal) para o monitoramento epidemiológico e endêmico.

O trabalho está organizado da seguinte forma. A Seção 2 apresenta as tecnologias utilizadas, a descrição das características do sistema, os procedimentos pa-

drões de controle epidemiológico no Brasil. Na Seção 3 são apresentados alguns trabalhos que abordam o processo de controle e erradicação da dengue. Na Seção 4, em particular, é apresentada a descrição inicial do DENGOSA, o sistema proposto para apoiar a gestão com informações fundamentadas em geoprocessamento. Na Seção 5 são mostradas a implementação do sistema e as possibilidades da sua atuação. Ela também apresenta uma discussão comparativa da proposta com os trabalhos relacionados. Na Seção 6 são feitas as considerações finais e apresentado um aplicativo social *mobile* em desenvolvimento.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A *World Wide Web* (WWW), um modelo proposto por Tim Berners Lee, revolucionou o compartilhamento de dados e informações no mundo. As páginas Web são criadas na linguagem *Hypertext Markup Language* (HTML) e servidas em um navegador por meio de um protocolo de hipertexto, o *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP). À medida que a Web cresceu, houve uma necessidade de maior velocidade na geração das páginas e os servidores começaram a usar mecanismos do *Common Gateway Interface* (CGI). As páginas dinâmicas e a introdução da linguagem de script, o *Java Script*, do lado do cliente levaram a uma nova geração de aplicações Web. Além disso, os serviços Web usam principalmente o *Extensible Markup Language* (XML) e *Java Script Object Notation* (JSON) sobre o HTTP ao invés de páginas HTML. Esse XML pode ser um *Plain Old XML* (POX) que normalmente não é padronizado, usado apenas para o cliente e o servidor se comunicarem ou pode ser um XML com o padrão *Simple Object Access Protocol* (SOAP) para funções mais complexas na web.

2.1 Tecnologias

Componentes de software são códigos prescritos que definem uma interface para fornecer funcionalidades encapsuladas. Normalmente, essas interfaces são empacotadas em padrões de arquitetura para que várias linguagens ou vários ambientes possam chamá-las. Atualmente, existem muitas implementações de componentes, dentre elas, *Microsoft® .NET* ou *Microsoft Component Object Model™ (COM)*, *Java™ 2 Platform Enterprise Edition (J2EE)* ou *JavaEE* e de outras arquiteturas menos conhecidas.

Paralelamente, o mercado de aplicações foi dividido entre dois líderes, o *JavaEE* da comunidade Java e *.NET* da corporação *Microsoft*. Essa hegemonia ocorre até hoje porque existe um grande número de comunidades de programadores usando esses ambientes compatíveis para programação de aplicações empresariais.

2.1.1 .NET

O *.NET* originalmente foi feito com o padrão *Web Forms*, usando um paradigma de desenvolvimento de aplicações web, semelhante ao desenvolvimento de uma aplicação *Desktop* tradicional que abstrai os detalhes do *HTML* e do protocolo *HTTP*. O *Web Forms* ainda é uma tecnologia amplamente utilizada, porém a tendência de desenvolvimento está longe da abstração e da natureza *Stateless* do *HTTP*. Para se manter atualizado no mundo do desenvolvimento web, a *Microsoft* estendeu o *ASP.NET* para incluir o framework *ASP MVC* e, mais recentemente, o *SignalR* e o *ASP.NET Web API*.

O *SignalR* usa *web sockets* do *HTML5* para permitir a comunicação em tempo real entre um navegador e um servidor. Já o *Active Server Pages .NET Web Application Programming Interface*, ou simplesmente *ASP.NET Web API* é usado para criar *Web services* fornecendo serviços *RESTful* sobre o *HTTP* com conteúdo *JSON* ou *XML*. O *ASP.NET Web API* e o *WCF* são os frameworks usados para criar serviços *RESTful* usando o paradigma *Representation State Transfer (REST)*. O *Dub-See-Eff (WCF)* é usado no desenvolvimento de serviços *SOAP*, *WS-**, e adaptações de serviços *REST*, incluindo serviços *RESTful*. Enfim, as tecnologias *ASP.NET* compartilham algumas características comuns ao framework, como a necessidade de receber e processar as solicitações *HTTP*. Atualmente, a plataforma usa a estrutura *MVC* para criar sistemas que suportem um maior número de aplicativos locais em nuvem (FREEMAN, 2014).

O *.NET* ainda é uma tecnologia emergente e oferece uma única implementação a nível de indústria. Por outro lado, o *JAVAE* é atualmente o servidor de aplicações industrial mais utilizado pelo mercado. A tecnologia *JAVAE* é especificada pela *Sun* e existem muitas implementações comerciais (*IBM, Sun, HP, Oracle*) e implementações open-source (*JOnAS (ObjectWeb)*, servidor de aplicações *JBoss* e recentemente o *Geronimo* da *Apache*) (DESERTOT; DONSEZ; LALANDA, 2006).

2.1.2 JAVAE

Atualmente, na plataforma *JAVAE* são utilizadas estruturas de aplicações com características distribuídas que oferecem recursos como velocidade, segurança e confiabilidade no lado do servidor. As aplicações corporativas fornecem serviços que possuem a lógica de negócios das empresas e instituições. Elas são gerenciadas centralmente e muitas vezes interagem com outros softwares distribuídos.

A plataforma *JAVAE* é desenvolvida por uma comunidade que fornece suporte à tecnologia *Java* denominada "*Java Community Process*" (*JCP*). A *JCP* é um grupo de especialistas composto por entidades interessadas em soluções tecnológi-

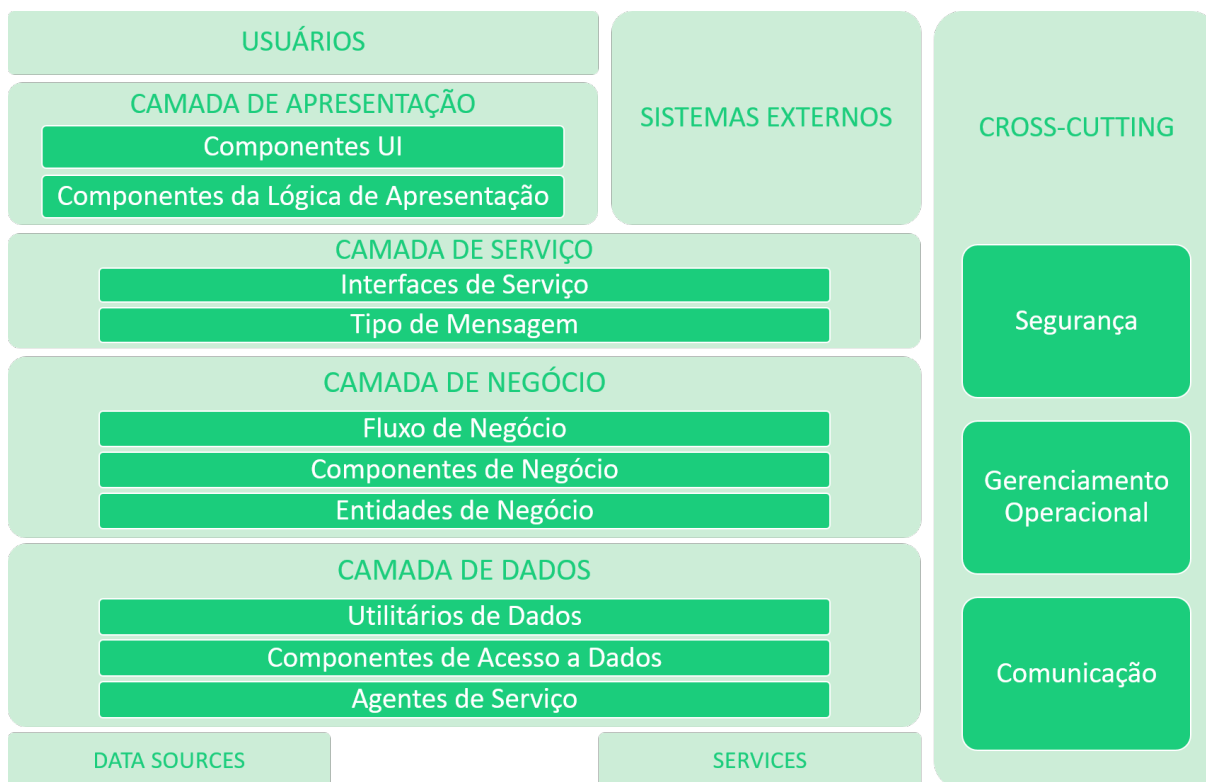


Figura 1: Ciclo das funções da epidemiologia

cas. Esse grupo é responsável pela especificação das *Java Specification Requests* (JSRs), solicitações de especificação Java que definem as tecnologias da plataforma JAVAEE. O trabalho da comunidade ajuda a garantir a estabilidade da tecnologia e a compatibilidade entre as plataformas. Os softwares produzidos com a plataforma Java Enterprise Edition (JAVAEE) têm o objetivo de fornecer aos desenvolvedores um poderoso conjunto de APIs (*Application Programming Interface*), ilustrados na figura 1, para melhorar o desempenho e reduzir a complexidade e o tempo de desenvolvimento do aplicativo.

Atualmente, a plataforma JAVAEE usa um modelo de programação simplificado. Os descritores de implantação XML são opcionais e o desenvolvedor pode inserir as informações da implantação do sistema em anotações diretamente em um arquivo de origem Java. Essas anotações são geralmente usadas para incorporar dados de um programa que será implantado no servidor. Com anotações é possível colocar as informações da especificação em seu próprio código. Os sistemas implantados em servidores de aplicações JAVAEE são conjuntos de componentes que lidam com a apresentação do usuário, com a camada de modelo e o com acesso ao banco de dados ou lógica de negócios.

Com esta plataforma, a implantação, remoção e a atualização das aplicações podem ser executadas durante o tempo de execução do servidor. Este é um recurso abordado pela solicitação de especificação Java (*JSR 88*). Nos níveis mais baixos

do servidor, a plataforma *JAVAE* gerencia todos os serviços técnicos especificados. Estes serviços são oferecidos para liberar o desenvolvedor das preocupações do desenvolvimento de recursos comuns.

2.1.2.1 Frontend

O *Java Server Faces (JSF)* é um *framework* MVC para aplicações Java baseado na Web. Ele foi padronizado pela comunidade através da especificação JSR-127 (MCCLANAHAN; BURNS; KITAIN, 2004) e sua primeira versão foi lançada em 2004. Este *framework* possui componentes de interface gráfica do usuário (GUI) reutilizáveis de alta qualidade de implementação.

A tecnologia *JSF* possui um padrão para a definição de interfaces para o processamento no lado servidor e é considerada uma das melhores opções para servidores de aplicações web JAVA na camada de apresentação, ilustrado na figura 1 (MELO; LUCKOW, 2012). Essa tecnologia tem um modelo de componentes UI extensíveis, onde cada programador pode criar uma implementação personalizada de acordo com a sua necessidade. Como exemplo, temos a implementação padrão da Oracle (*Mojarra*) e a implementação da Apache Foundation (*MyFaces*). O grande número de componentes de terceiros, como o *Prime faces* e o *RichFaces*, estende as funcionalidades do *JSF* otimizando e adicionando recursos que possibilitam a criação de interfaces personalizadas, utilizando recursos da Web 2.0.

O *Expression Language (EL)* é utilizado para interfacear o *JSF* e os componentes responsáveis por manipular as requisições enviadas para os *Servlets*, para as *JavaServer Pages* e para as páginas *JavaServer Faces*. O *EL* é uma especificação responsável em chamar as expressões de processamento, por meio de bibliotecas de tags personalizadas e a lógica de negócios do servidor.

O uso do *JSF* facilita a criação de aplicativos Web automatizando tarefas comuns, como preencher valores de formulários em *Java Beans*, analisando parâmetros de entrada, executando validações e renderizando ou atualizando visualizações. Este *framework* é responsável pela integração das regras de negócio com os dispositivos dos clientes e fornece as ferramentas para unir a apresentação visual à lógica de negócio. No entanto, o escopo do *JSF* se restringe somente à camada da apresentação. Como o *JSF* é uma estrutura baseada em componentes, ele permite a reutilização em outros projetos Java. Atualmente, o *JSF* está na sua versão 2.2, seguindo a especificação *JSR-344* (SALEH; CHRISTENSEN; WADIA, 2013).

2.1.2.2 Backend

Dentre os *frameworks* do *JAVAE*, o *Java Persistence API (JPA)* é a estrutura padrão utilizada para o mapeamento objeto-relacional (ORM), dos objetos Java para

um banco de dados. O JPA fornece o gerenciamento das consultas por meio de um contexto de persistência na camada de dados. Ele permite que os aplicativos armazenem dados como um objeto de domínio Java em vez das tabelas relacionais.

Para lidar com a diversidade de implementações na plataforma *JAVAE*, a injeção de dependência permite que o contêiner *JAVAE* insira automaticamente referências a outros componentes ou recursos necessários usando anotações. Dessa forma, a injeção de dependência é aplicada nos recursos dos componentes, ocultando efetivamente a criação e a busca de recursos no código do aplicativo. A injeção de dependência é usada em contêineres Enterprise JavaBeans (EJB), contêineres Web e nos clientes de aplicativos padronizados pela especificação *Context and Dependency Injection* (CDI). A especificação CDI por meio de *Interceptors e Common Annotations* aprimoram, de forma segura, a injeção de dependência e a observação dos eventos do ciclo de vida dentro do contêiner CDI. A especificação assegura que as extensões que abordam contextos transversais, como ilustrado na camada *CROSS-CUTTING* da figura 1, possam ser escritas e aplicadas a qualquer componente (PILGRIM, 2013).

Ainda na camada *CROSS-CUTTING*, é encontrado o *Java Transaction API* (JTA) para gerenciar as transações no aplicativo ou no contêiner por meio de anotações de configuração, que permitem qualquer CDI ou bean gerenciado aproveitar as transações entre os componentes. Já o *Java RESTful Services* (JAX-RS) é uma estrutura para processar as requisições e respostas HTTP, seguindo o paradigma do REST. O JAX-RS possui um bom suporte para links de hipermídia de entrada e saída assíncrona entre os endpoints cliente e servidor. Além disso, o *framework Bean Validation* é uma solução de validação de restrições dos objetos de domínio da aplicação. Ele suporta a validação de métodos no nível de execução e também tem melhor integração com o resto da Plataforma *JAVAE*. O *Java Message Service* (JMS) é uma API padrão para receber e enviar mensagens em um transporte confiável, principalmente de forma assíncrona. O JMS é baseado nas mensagens ponto-a-ponto e também em mensagens de publicação-subscrição.

Essas implementações de componentes são colocadas em contêineres e são conectadas entre os serviços técnicos da plataforma para acessar os serviços de mais baixo nível que permitem acessar todos esses recursos de maneira semelhante (PILGRIM, 2013). Isso leva cada desenvolvedor a oferecer sua própria solução para introduzir novos serviços, por exemplo, dinamismo. Isso também permite que cada implementador distinga sua implementação de outras implementações. Essas características levam a uma diversidade de implementações, muitas vezes proprietárias e incompatíveis (DESERTOT; DONSEZ; LALANDA, 2006).

Entre os serviços oferecidos podemos mencionar aqueles que são implementados por especialistas do domínio, tais como serviços de transação, persistência de

dados, e-mail, notificações e mensageira. O fornecimento de um servidor de aplicações requer a integração de grandes e complicados componentes, além de lidar com diferentes conceitos em sua implementação que são independentes dos servidores *JAVAAE*. Em geral, existem dúvidas de como devem ser implementados os padrões de segurança para um conjunto de recursos predefinidos. A literatura sugere o uso de *frameworks self-made* de segurança porque eles fornecem um conjunto de implementações que facilita a integração de segurança em sistemas.

2.1.2.3 Segurança

O termo segurança de informação significa proteger dados e sistemas de informação contra o uso, divulgação, interrupção, modificação ou acesso não autorizado. A segurança das mensagens envolve técnicas e práticas como a criptografia e assinatura dos dados transmitidos. Porém, existem várias formas de ataques e riscos de segurança preocupantes, muitos similares aos ataques *man-in-the-middle*, onde um indivíduo no meio de uma conexão tenta adulterar os dados da mensagem. Em consequência, existe a *Open Web Application Security Project* (OWASP), uma organização mundial sem fins lucrativos que pesquisa sobre falhas de segurança e publica informações sobre os principais riscos de segurança atuais.

As tecnologias de informação e comunicação nos últimos anos tem afetado significativamente a forma das pessoas manipularem a informação. No contexto da saúde, instituições estão substituindo registros baseado em papel por registros eletrônicos de saúde *Electronic Health Records* (EHR). Os registros eletrônicos de saúde compilam informações sobre um paciente, coletadas de várias fontes diferentes ao longo do tempo. EHRs disponibilizam o acesso ao paciente a qualquer hora, inclusive a partir de locais remotos. Eles também são usados para fins não relacionados a assistência ao paciente, incluindo o faturamento, a emissão de relatórios de saúde pública, a investigação e a gestão da qualidade. Assim, é possível usá-los em um conjunto variado de serviços e aplicações inteligentes de saúde. O setor de saúde apresenta características e condições específicas que o torna único entre os outros setores, especialmente em questões envolvendo características de segurança como a autenticidade, privacidade, integridade e a confidencialidade dos pacientes assistidos. Desta forma, para desenvolver sistemas EHR é necessária uma solução robusta, otimizada e flexível baseada nos padrões de segurança.

No contexto da segurança de informação, Integridade é um conceito tratado como a proteção contra a modificação ou destruição de informação imprópria, incluindo a garantia da autenticidade da informação. Disponibilidade é um conceito do processo que garante o acesso oportuno e confiável às informações. As características da Confidencialidade são responsáveis por tratar as restrições de acesso

e a divulgação autorizada, incluindo os meios para proteger a privacidade pessoal e as informações proprietárias. Já a Criptografia de dados confidenciais e o armazenamento de senhas *hash* são exemplos de práticas que garantem a Confidencialidade do dados.

Assim, a Integridade é necessária para prevenção de modificações dos dados por entidades não autorizadas (uma entidade é um usuário ou um sistema externo que usa o aplicativo). Isso significa que uma entidade deve ser identificada. Portanto, a Identificação é o processo que distingue a entidade, diferente da Autenticação, cuja funcionalidade é garantir que o usuário realmente tem a identidade que ela afirma ter.

Autenticação é um processo baseado em três fatores: conhecimento, propriedade e inerência. Uma vez que uma entidade é autenticada, as ações que a entidade deseja realizar na aplicação podem ser controladas por acesso.

Autorização é o processo que garante que apenas as entidades com permissão para efetivar uma tarefa possam executá-las. Esse processo garante que as entidades consigam ver e operar sobre as informações que elas têm permissão de acessar.

Autenticação e Autorização são fatores importantes para assegurar a Integridade de sistemas EHR, mas esses dois fatores por si só não constituem a lista exaustiva de fatores necessários para garantir a integridade desse tipo de sistema.

Para mitigar a complexidade no desenvolvimento de todos esses conceitos de segurança em sistemas EHR, a engenharia de segurança propõe o desenvolvimento de software através da adoção de métodos, ferramentas e atividades de segurança (ANDERSON, 2008). Como tal, cada fase do desenvolvimento considera aspectos de segurança específicos, tais quais: (I) requisitos de segurança que são identificados na fase de análise; (II) características de segurança que são modeladas com as funções de negócios na fase de projeto; e, finalmente, (III) soluções de segurança que são aplicadas na fase de implementação.

O processo de desenvolvimento usando engenharia da segurança, implementa cada componente de software com base em padrões de segurança bem definidos. Esses padrões são métodos acordados para descrever as melhores práticas de soluções de problemas comuns à segurança (SCHUMACHER et al., 2013). Uma das melhores práticas da engenharia de segurança é a reutilização de recursos como componentes, estruturas e produtos. Esses recursos geralmente cobrem uma grande porcentagem dos requisitos de segurança existentes nos padrões. Para alcançar a maturidade no desenvolvimento de sistemas EHR evita-se a reimplementação desses requisitos de segurança.

A Sociedade Brasileira de Informática em Saúde (SBIS) é uma sociedade pro-

fissional que regula o desenvolvimento das tecnologias de informação aplicadas aos Sistemas de Saúde (LEÃO; COSTA; FORMAN, 2007). Assim, os requisitos de certificação da SBIS selecionam padrões internacionais levando em conta a realidade brasileira e agrupando esses requisitos da seguinte forma:

- Requisitos de estrutura, Conteúdo e Recursos
- Requisitos de Segurança

Vários dos padrões de desenvolvimento impostos pela SBIS em conjunto com o Conselho Federal de Medicina (CFM) para o desenvolvimento de sistemas EHR, como o *ISO/TR 20514*, *ISO/IEC JTC1/SC27* e *ANSI HL7*, descrevem características e funcionalidades independentemente da função de sua aplicação. Os requisitos de segurança dessas características são a chave para garantir a confidencialidade, a privacidade e a integridade das tecnologias da informação nos sistemas de saúde.

O processo de certificação do SBIS-CFM classifica o EHR em dois Níveis de Garantia de Segurança (NGS). O NGS1 é a categoria aplicável para EHR que ainda usa a impressão de registros em papel, mantendo a necessidade de imprimir e afixar assinaturas manuscritas. Já o NGS2 é a categoria que adota somente as aplicações de computadores nos processos de registros de saúde usando os certificados digitais nos processos de assinatura e autenticação.

O manual de certificação recomenda boas práticas da norma *ISO/IEC 27002* publicada pela ABNT, adaptada às necessidades organizacionais de cada EHR. De acordo com a *International Organization for Standardization (ISO)*, uma norma é um documento estabelecido por consenso e aprovado por um grupo reconhecido. Este grupo estabelece regras, protocolos ou recursos para organizar as atividades e os requisitos. Assim, estes requisitos podem complementar o EHR para outros serviços de assistência, tais como sistemas de informação hospitalar, atendimento de emergência e epidemiológico. No processo de implementação desses padrões é necessário estabelecer critérios utilizados uniformemente na auditoria. Isso garante a aprovação do EHR no processo de certificação da SBIS.

O *Spring Security Framework* é uma alternativa simples para o desenvolvimento e teste desses requisitos, fornecendo soluções de autenticação, autorização e controle de acesso altamente flexível e expansível (FERNANDEZ; PERNUL; LARRONDO-PETRIE, 2008) (FÆGRI; HALLSTEINSEN, 2006). As duas características principais deste *framework* são a inversão de controle, *Inversion of Control (IoC)* e a programação orientada a aspectos, *Aspect-Oriented Programming (AOP)*. O AOP pode implementar os serviços comuns (como transação, auditoria e gerenciamento

de segurança) para serem aplicados a várias camadas de componentes (DIKANSKI; ABECK, 2012).

2.2 Epidemiologia

A aplicação da vigilância epidemiológica¹ nos serviços de saúde é mais comum em virtude do avanço no processo de municipalização feito pelo Sistema Único de Saúde. A vigilância epidemiológica é definida como a observação sistemática dos casos confirmados ou suspeitos de doenças infecciosas. Portanto, trata-se da vigilância de pessoas, utilizando medidas de isolamento ou quarentena, aplicadas individualmente em cada paciente.

As primeiras intervenções do governo no controle de epidemias, desenvolvidas sob métodos científicos, ocorreram no início do século vinte e foram elaboradas investigando os ciclos epidemiológicos de algumas doenças infecciosas e parasitárias. Essas campanhas sanitárias controlavam epidemias que comprometiam a atividade econômica, por exemplo, a varíola e a febre amarela. Esses tipos de campanhas eram importantes para o combate a vetores, a imunização e o tratamento em massa com medicamentos. Assim, o modelo operacional das campanhas baseava-se em atuações de combate e manutenção do monitoramento. (Secretaria de Vigilância em Saúde, 2009)

Nesse contexto, a Fundação Serviços de Saúde Pública (FSESP) organizou em 1969, um sistema de notificação semanal de algumas doenças para disseminar informações epidemiológicas pertinentes a população em um boletim epidemiológico quinzenal. Tal processo fundamentou a consolidação, nos níveis nacional e estadual, de bases técnicas e operacionais no controle de doenças evitáveis por imunização. Acrescenta-se também que a prática da epidemiologia nos serviços de saúde foi categorizada em duas áreas de atuação: no plano político e no plano gerencial.

No plano político, ocorre a análise da situação de saúde e de suas tendências visando à orientação e o planejamento estratégico da saúde nas suas concepções mais gerais. Essa análise é proporcionada a partir das condições de vida da população. Já no plano gerencial, ocorre a análise epidemiológica sobre o impacto da prestação de serviços de saúde, complementando o plano político para prover elementos de contínua avaliação das políticas de saúde. A avaliação dos serviços constitui-se de alta utilidade para prover elementos no aspecto gerencial (GOLDBAUM, 1993).

Os serviços de vigilância epidemiológica são um importante instrumento para

¹ Epidemiologia se refere à um ramo da medicina que estuda os diferentes fatores que intervêm na difusão e propagação de doenças, sua frequência, seu modo de distribuição, sua evolução e o uso dos meios necessários para a sua prevenção.

o planejamento, organização e operacionalização dos serviços de saúde, como também para a normatização das atividades técnicas relacionadas. Dentre essas ações, as atividades de definições de políticas de saúde no Brasil para a orientação estratégica se apresentam no estágio inicial e não valorizam o aspecto político municipal. Além disso, os dados epidemiológicos ficam restritos à racionalidade técnica dos profissionais de saúde. Em alguns casos, a situação se agrava devido aos técnicos da epidemiologia não compreenderem as relações presentes no processo de gestão e, conseqüentemente, perderem o espaço no campo de tomada de decisão. Desta forma, a situação resulta no afastamento do gestor nos processos operacionais da vigilância (LESSA et al., 2000).

2.2.1 Normatização

A definição de normas técnicas é uma prática indispensável para a uniformização de procedimentos e para comparação dos dados produzidos pelo sistema de vigilância. Essas normas devem ser claras e constar na bibliografia utilizadas pelos profissionais do sistema de vigilância epidemiológica.

Nesse contexto, a definição do caso de cada doença é importante a fim de padronizar os critérios de diagnósticos para a entrada do paciente e a classificação final dos casos no sistema. Em geral, os casos são classificados como suspeitos, compatíveis ou confirmados (laboratorialmente ou por outro critério epidemiológico), o que pode variar segundo a situação epidemiológica específica de cada doença. (Secretaria de Vigilância em Saúde, 2009)

Esses critérios são modificados gradualmente quando acontece alterações no fluxo epidemiológico da própria doença monitorada. Essas modificações são necessárias para atender as necessidades de ampliação ou redução da sensibilidade ou especificidade do sistema segundo os objetivos de intervenção e adaptação de um programa de controle especial de epidemia. Como exemplo disso, aconteceu a ampliação do programa de eliminação do sarampo e a definição de caso suspeito para possibilitar a investigação de todos possíveis casos no sistema. (Secretaria de Vigilância em Saúde, 2009)

Portanto, as normas técnicas têm de estar compatibilizadas em todos os níveis do sistema de vigilância para possibilitar a realização de análises qualitativa e quantitativamente consistentes. Nesse sentido, a adaptação das orientações para atender realidades estaduais e municipais diferenciadas não altera as definições do caso que exigem padronização.



Figura 2: Ciclo das funções da epidemiologia

2.2.2 Notificação Compulsória

A notificação compulsória é a comunicação da ocorrência de uma doença ou agravo à saúde, feita por profissionais de saúde para a autoridade sanitária executar as ações pertinentes. Historicamente, a notificação compulsória tem sido a principal fonte da vigilância epidemiológica e, na maioria das vezes, desencadeia o processo informação-decisão-ação. Dada a particularidade de cada doença ou agravo à saúde, a notificação deve seguir um processo dinâmico em função do perfil epidemiológico. As normas de notificação devem adequar-se às características de distribuição da doença no tempo e no espaço, aos critérios epidemiológicos e à representação das fontes de notificação.

Conforme recomendação da 5ª Conferência Nacional de Saúde, realizada em 1975, o Ministério da Saúde instituiu o Sistema Nacional de Vigilância Epidemiológica (SNVE) por meio de legislação: *Procedimentos Técnicos e Avaliação de Sistemas de Vigilância Epidemiológica (Lei n 6.259/75 e Decreto n 78.231/76)* (ABNT, 1975).

Esses instrumentos tornaram obrigatória a notificação de doenças contagiosas, contidas na lei. Em 1977 foi elaborado pelo Ministério da Saúde o primeiro *Manual de Vigilância Epidemiológica*, reunindo e compatibilizando as normas técnicas que eram então utilizadas para a vigilância de cada doença no âmbito de programas de controle específicos. Além de ampliar o seu conceito, as ações de vigilância epidemiológica passaram a ser operacionalizadas num contexto do sistema único de saúde, caracterizada pela descentralização de responsabilidades, pela universalidade, integralidade e equidade na prestação de serviços. Simultaneamente ao modelo do SUS, a operacionalização da vigilância epidemiológica tornou-se um ciclo de funções específicas e inter-complementares, ilustrada na figura 2. Essas funções desenvolvidas de modo contínuo permitem conhecer o comportamento da doença para que as medidas de intervenção pertinentes possam ser desencadeadas no momento oportuno com eficácia (Secretaria de Vigilância em Saúde, 2009).

A eficiência do SNVE depende do desenvolvimento harmônico dessas funções realizadas em todos os níveis de governo. Quanto mais eficiente a instância local, mais oportunamente serão executadas as medidas de controle. Os dados e informações produzidos serão consistentes, possibilitando uma melhor compreensão do quadro sanitário e o planejamento adequado da ação governamental. As competências de cada um dos níveis do sistema de saúde (municipal, estadual e federal) abarcam o contexto das funções de vigilância epidemiológica. As ações executivas são inerentes ao nível municipal e seu exercício exige conhecimento analítico da situação de saúde local. Os níveis nacional e estadual conduzem ações de caráter estratégico em seu âmbito de ação e de longo alcance, além da atuação de forma complementar ou suplementar ao nível municipal.

2.2.3 Coleta de Dados

A vigilância epidemiológica depende da disponibilidade de dados para subsidiar o processo de produção de INFORMAÇÃO PARA AÇÃO. A qualidade da informação depende da adequada coleta dos dados gerados no local e do tratamento dos dados para gerar a informação capaz de subsidiar um processo dinâmico de planejamento, avaliação e aprimoramento das ações.

A prioridade do conhecimento do dado deve ser concedida ao município, já que é instância responsável pela execução das medidas de prevenção e controle. Assim, quando for necessário o envolvimento de outro nível do sistema, o fluxo deve ser rápido para evitar atrasos nas medidas de prevenção e controle. A coleta dos dados ocorre em todos os níveis de atuação do sistema de saúde e o valor da informação depende da precisão com que o dado é gerado. Portanto, as ferramentas e os responsáveis pela coleta devem ser preparados para aferir a qualidade do dado obtido.

Por exemplo, a capacitação é fundamental para o diagnóstico de casos de doenças transmissíveis e a para a realização de investigações epidemiológicas correspondentes ([Secretaria de Vigilância em Saúde, 2009](#)).

O sistema de vigilância deve abranger o maior número possível de fontes geradoras, prevenindo que seja garantido a regularidade e a oportunidade do acesso aos dados. Geralmente não é possível conhecer a totalidade dos casos, mas pode-se acompanhar o fluxo da doença ou agravo, com o auxílio de estimativas de subenumeração de casos.

2.2.4 Análise de dados

A análise dos dados das investigações deve permitir a avaliação da magnitude do problema e orientar as medidas que vêm sendo adotadas. Ela deve ser feita sistematicamente em todos os níveis do sistema e sua periodicidade dependerá da situação epidemiológica e da organização do fluxo de informações. É preciso considerar os dados referentes à distribuição, à densidade do vetor e à ocorrência de casos para que as informações possam subsidiar a análise da situação epidemiológica e possam otimizar o uso dos recursos de controle disponíveis. Os dados referentes aos casos devem ser consolidados, agrupados e ordenados, segundo características da pessoa, tempo e lugar, para possibilitar uma avaliação da tendência da doença e comparação com igual período de anos anteriores. As tabelas devem ser atualizadas periodicamente, bem como as curvas endêmica e epidêmica, para que forneçam uma visão global do evento e permitam o acompanhamento sistemático de sua evolução. Além disso, deve ser empregado uma linguagem clara e acessível nos relatórios, visando sua divulgação para a população, imprensa e dirigentes dos órgãos de saúde. Nesse processo os municípios podem utilizar os diagramas de controle das doenças que possibilitam analisar os níveis endêmicos da doença, e assim, identificar precocemente a ocorrência de epidemias. ([Secretaria de Vigilância em Saúde, 2009](#)).

2.2.5 Medidas de Controle

Não existem medidas de controle específicas direcionadas ao homem, uma vez que não se dispõe de nenhuma vacina ou drogas antivirais. A notificação dos casos suspeitos, a investigação do local provável de infecção, bem como a busca ativa de casos são elementos fundamentais nas medidas de controle. Atualmente, em relação a epidemia de dengue, o único elo vulnerável da cadeia epidemiológica da dengue é o mosquito. Assim, o controle está centrado na redução da densidade vetorial do inseto. A única garantia para que não exista dengue é a ausência de circulação viral e a manutenção de níveis baixos de infestação. Embora não exista uma determinação precisa do limite do qual se possa ter certeza de que não ocorrerão surtos de den-

que, há evidências que esse nível deve ser abaixo de 1% ([Secretaria de Vigilância em Saúde, 2009](#)). Dessa forma, em áreas com o Aedes, o monitoramento do vetor deve ser realizado rotineiramente para conhecer as áreas infestadas e desencadear as seguintes medidas de controle:

1. Manejo ambiental: mudanças no meio ambiente que impeçam ou minimizem a propagação do vetor, evitando ou destruindo os criadouros potenciais do Aedes;
2. Melhoria de saneamento básico e coleta de resíduos sólidos;
3. Participação comunitária, no sentido de evitar a infestação domiciliar do Aedes, mantendo o ambiente domiciliar livre de potenciais criadouros do vetor;
4. Controle químico: consiste em emprego das seguintes modalidades de intervenção: (i) tratamento focal (larvário); (ii) perifocal em Pontos Estratégicos – PE (cemitérios, ferros-velhos, etc.);

2.2.6 Promoção de Ações

As áreas da comunicação e mobilização devem manter atividades e rotinas estratégicas nas instituições inseridas de forma articulada e complementar, potencializando a divulgação, a discussão e a compreensão de temas relevantes para a Saúde Pública. A produção de informações oportunas, coerentes e confiáveis sobre a dengue é necessário para o fortalecimento do SUS e para o processo de sensibilização e mobilização da população em defesa da saúde das pessoas.

As ações de comunicação e mobilização são de responsabilidade das três esferas de gestão (Municipal, Estadual, e Federal), devendo ser conduzidas de forma intersetorial com o apoio de entidades da sociedade civil. Além disso, devem ser utilizados meios de comunicação de massa (devido ao seu grande alcance e eficácia), além da produção e distribuição de material que contemple as particularidades regionais.

O gestor deverá direcionar as ações de comunicação e mobilização para a população geral e para os atores que atuam na saúde (conselheiros, lideranças sociais, movimentos sociais), incentivando a corresponsabilidade da população para o controle nos períodos a seguir.

Período não epidêmico – divulgar informações gerais sobre medidas de prevenção: eliminação dos criadouros dos mosquitos da dengue; informar sobre o ciclo do mosquito; informar os locais com maior concentração de mosquito ou casos da doença; informar os principais sintomas da doença; e recomendar a procura pelo atendimento na rede de saúde.

Período epidêmico – definir um porta-voz que transmitirá informações atualizadas; divulgar sinais e sintomas da complicação da doença para evitar óbitos; alertar sobre os perigos da automedicação; orientar a população a procurar a unidade básica de saúde aos primeiros sintomas; prestar esclarecimentos sobre medidas de autocuidado (vigorosa hidratação oral na vigência de sinais e sintomas de dengue); reforçar ações realizadas no período não epidêmico ([Secretaria de Vigilância em Saúde, 2009](#)).

2.2.7 Avaliação

O sistema de vigilância epidemiológica mantém-se eficiente quando seu funcionamento é aferido regularmente. A avaliação do sistema é feita para demonstrar os resultados obtidos com a ação desenvolvida que justifiquem os recursos investidos em sua manutenção. O reconhecimento da função de vigilância decorre da análise, da capacidade de informar com precisão a situação epidemiológica do agravo, as suas tendências e o impacto das ações de controle. As medidas quantitativas de avaliação de um sistema de vigilância epidemiológica incluem utilidade, sensibilidade, representatividade, oportunidade, flexibilidade e aceitabilidade são medidas qualitativas. A oportunidade refere-se à agilidade do fluxo do sistema de informação. A simplicidade deve ser utilizada como um princípio orientador dos sistemas de vigilância, tendo em vista facilitar a operacionalização e reduzir os custos. A utilidade expressa se o sistema está alcançando seus objetivos. A flexibilidade se traduz pela capacidade de adaptação do sistema a novas situações epidemiológicas ou operacionais (inserção de outras doenças, atuação em casos emergenciais, implantação de normas atualizadas, incorporação de novos fatores de risco, etc.). A aceitabilidade se refere à disposição de indivíduos ou organizações de participarem e utilizarem o sistema. Em geral, a aceitação está vinculada à importância do problema e à interação do sistema com os órgãos de saúde e a sociedade em geral (participação das fontes notificantes e retroalimentação).

2.2.8 Divulgação

A divulgação das informações geradas pelos sistemas assume um valor inestimável como instrumento de suporte ao controle social, prática que deve ser estimulada e apoiada em todos os níveis. No âmbito federal, a edição da revista *Epidemiologia e Serviços de Saúde* e a publicação periódica da Secretaria de Vigilância em Saúde vem cumprindo a função de disponibilizar as informações essenciais para a formulação de políticas e a implementação de programas de saúde. Esta revista deu sequência à iniciativa da Fundação Serviços de Saúde Pública (FSESP), de editar o *Boletim Epidemiológico*, a partir de 1969, e do Centro Nacional de Epidemiologia (CENEPI), com

o Informe Epidemiológico do SUS.

2.2.9 Retroalimentação do sistema

Um dos pilares do funcionamento do sistema de vigilância, em qualquer um de seus níveis, é o compromisso de responder aos informantes de forma adequada e oportuna. Fundamentalmente, essa resposta, ou retroalimentação, consiste no retorno regular de informações às fontes produtoras, demonstrando a sua contribuição no processo do controle epidemiológico. O conteúdo da informação fornecida deve corresponder às expectativas criadas nas fontes, podendo variar desde a uma simples consolidação dos dados até à análises epidemiológicas complexas relacionadas com as ações de controle. A credibilidade do sistema depende que os profissionais de saúde e as lideranças comunitárias se sintam participantes e contribuintes, bem como identifiquem a utilidade das informações geradas para a tomada de decisão. Assim, a retroalimentação do sistema materializa-se na disseminação periódica de informes epidemiológicos sobre a situação local, regional, estadual e nacional. Essa função é estimulada em cada nível de gestão, valendo-se de meios e canais apropriados para a informação. A organização de boletins com informações jornalísticas, destinados aos dirigentes com poder de decisão, podem auxiliar na obtenção de apoio institucional e material para a investigação e controle de eventos sanitários. ([Secretaria de Vigilância em Saúde, 2009](#))

Além de motivar os notificantes, a retroalimentação do sistema propicia a coleta de subsídios para reformular normas e ações nos seus diversos níveis, assegurando continuidade e aperfeiçoamento do processo.

SISTEMAS RELACIONADOS

Atualmente, há um esforço global para melhorar a coleta e a velocidade dos sistemas de vigilância de doenças, desenvolvendo métodos que trazem a informação de diferentes fontes para o apoio à decisão. Essas alternativas de informação são, por exemplo, o relatório dos sintomas da doença de redes sociais ou o monitoramento em mecanismos de busca da web, adotando dados não diretamente associados à transmissão, como os dados meteorológicos (MILINOVICH et al., 2014). Além desses métodos existem as ferramentas usadas no Brasil que já operam no processo de vigilância epidemiológica.

3.1 SINAN

A vigilância epidemiológica das doenças de notificação compulsória tem como principal fonte de informação os serviços de saúde, inclusive ambulatoriais, mediante o preenchimento das fichas de notificação e investigação do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), ilustradas no Anexo A (Secretaria de Vigilância em Saúde, 2009).

O SINAN tem o objetivo de coletar, transmitir e disseminar dados gerados rotineiramente pelo Sistema Nacional de Vigilância Epidemiológica (SNVE) que é interarticulado pelas três esferas de governo. Esse sistema é usado para apoiar o processo de investigação e dar subsídios à análise das informações de vigilância epidemiológica. O sistema SINAN foi implantado, de forma gradual, a partir de 1993, no entanto ele começou a operar em 1998, por meio da Portaria Funasa/MS n.º 073 de 9/3/98.

Em 1998, o uso do SINAN foi regulamentado, tornando obrigatória a alimentação regular da base nacional de dados pelos municípios, estados e pelo Distrito Federal. Este sistema é alimentado, principalmente, pela notificação e investigação de casos de doenças e agravos que constam da lista nacional de doenças de notificação compulsória, mas é facultado a estados e municípios incluir outros problemas de saúde importantes em sua região.

Como ilustrado na figura 3, as unidades de saúde registram por formulários de papel, a ocorrência da infecção da doença e notifica a secretaria municipal de saúde.

Notificação Epidemiológica do SINAN

Formulário de Notificação Epidemiológica do SINAN, contendo campos para identificação do caso, sintomas, histórico de vacinação e dados de contato.

Unidade de Saúde



Funcionário da Secretaria de Saúde da Cidade



SINAN ONLINE

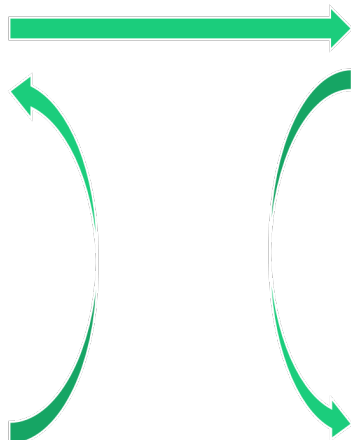
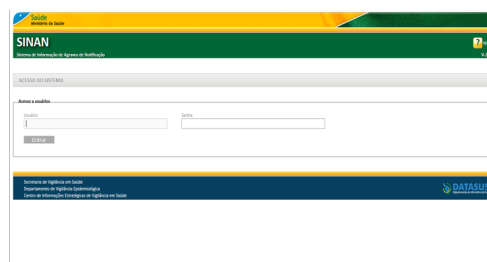


Figura 3: Fluxo da notificação compulsória do SINAN.

De forma típica, a base de dados do SINAN permanece aberta por seis meses para a atualização e a correção dos registros. Esses atrasos refletem o tempo levado para um paciente visitar o médico, o período que o médico leva para preencher o formulário de notificação e o tempo necessário para um técnico validar o formulário para o SINAN.

3.2 InfoDengue

O InfoDengue é um sistema de alerta de epidemia de dengue que inicialmente operava somente no estado do Rio de Janeiro, porém expandiu a sua atuação para o estado do Paraná e Espírito Santo. Esse sistema foi feito em parceria entre o meio acadêmico e as secretarias de saúde da região do Rio de Janeiro. Ele coleta semanalmente dados temporais climáticos, notificação dos casos de dengue e as atividades de uma rede social para a tomada de decisão das Secretarias de Vigilância em Saúde. Um mapa do InfoDengue é ilustrado na Figura 4. No InfoDengue, a população semanalmente acompanha a evolução da incidência da doença. Além disso, um relatório é enviado para a sala de situação do município, contendo informações de forma detalhada dos dados e dos níveis de alerta (CODECO et al., 2016).

Esse sistema utiliza uma metodologia de análise de forma integrada, para o monitoramento da dengue, relacionando a identificação e a avaliação de todos os atributos relevantes da epidemia. A metodologia inclui a modelagem de um *pipeline* de coleta e processamento dos dados para a organização das informações que ocor-

rem na epidemia. Essas metodologias possibilitam visualizar o cenário dos casos de transmissão de dengue em um município ao longo do tempo e do espaço.

Os dados climáticos consistem na temperatura mínima do ar semanal, recolhida a partir de estações meteorológicas localizadas nos aeroportos. As mensagens do twitter georreferenciadas, indicativas de dengue, são fornecidas pelo Observatório da Dengue da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). O Observatório da Dengue realiza a classificação automática das mensagens para a remoção daquelas que são relacionadas a dengue em outros contextos, como descrito em (GOMIDE et al., 2011). Os casos suspeitos de dengue são obtidos do SINAN e do DENGON. Da notificação são retirados os seguintes dados: data de início do sintoma, data de notificação, data de entrada no banco de dados e o bairro de residência dentro do Rio de Janeiro.

Os dados contendo as séries temporais da temperatura do ar, as notificações de dengue e os tweets sobre dengue no Rio de Janeiro são utilizados para derivar um conjunto de regras para o sistema de alerta. Após o pré-processamento de dados na aplicação, para prosseguir com a análise da dengue o prazo de notificação precisa ser corrigido. Assim, é utilizado um modelo probabilístico para estimar o número de ocorrências, a partir de relatos de casos incompletos, considerando que a informação parcial (censurada) só estará disponível no futuro. Em outras palavras, o número de casos é inicialmente previsto pela metodologia e só depois de seis meses o número é confirmado.

O conceito-chave por trás do InfoDengue é a "transmissão da doença", medida em termos do número reprodutivo efetivo da doença (R_t). O R_t é o número médio de casos secundários gerados a partir de um caso primário de dengue em um tempo t . Os períodos de transmissão crítica ($R_t > 1$) e subcrítica ($R_t < 1$) são identificados medindo a transmissão da doença a partir dos dados da incidência após corrigir o atraso da equação de (WALLINGA; LIPSITCH, 2007).

As estimativas isoladas da semana do R_t são bastante voláteis. Para evitar o surgimento de falsos alarmes, um alerta laranja indicando a transmissão só é emitido após 3 semanas consecutivas com o $R_t > 1$. Este período corresponde a geração natural para a proliferação da dengue. Além disso, o cálculo do número efetivo dos indicadores de transmissão e reprodução da dengue, são codificados em quatro níveis. Esse níveis usam uma escala de cores para cada um dos municípios por meio dos dados dos serviços de meteorologia e dos modelos estatísticos.

O modelo de transmissão da dengue, comumente utilizada no sistema, procura associar a intensidade da proliferação da dengue à temperatura. As variáveis meteorológicas são aplicadas baseadas nas pesquisas de Honório (HONÓRIO et al., 2009) que encontrou associações não lineares entre a temperatura e a abundância de

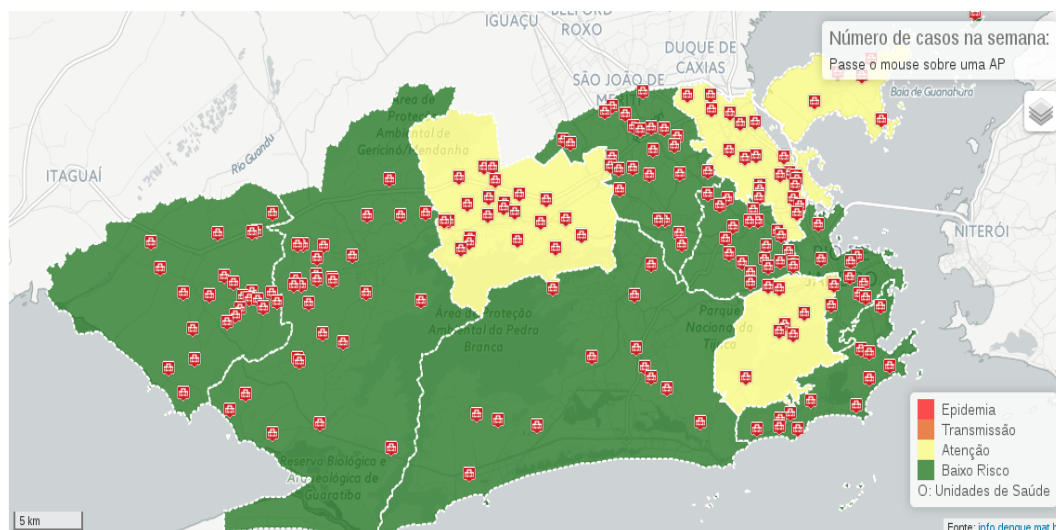


Figura 4: Mapa do InfoDengue (Info Dengue, 2017).

mosquito. Segundo Honório, acima desta temperatura a abundância de mosquitos é alta e não é propícia a um aumento. Este resultado fornece uma explicação entomológica para o limiar de temperatura encontrado na transmissão da dengue. Nos estudos do InfoDengue, a associação mais forte é sempre ligada à temperatura mínima em vez da temperatura média ou alta.

Outras variáveis meteorológicas, como a umidade e a pluviosidade, estão sendo consideradas para sua inclusão no sistema, devido ao fato de também afetar a biologia dos mosquitos. No entanto, biologicamente falando, o aumento da temperatura deve afetar a quantidade de mosquitos, a capacidade vetorial e, por consequência, deve afetar a transmissão da doença, ou seja, a taxa de produção de novos casos.

Portanto, o sistema InfoDengue fornece um método para detectar a transmissão da dengue antes da ocorrência começar efetivamente. Porém, ele também enfrenta o desafio da qualidade da coleta de dados encontrado no sistema de notificações em papel do SNVE.

3.3 Framework WebDengue

O *framework WebDengue* é uma solução de vigilância epidemiológica composta por um conjunto de sistemas computacionais. Essas tecnologias combinam geoprocessamento, sistemas de apoio a decisão, sistemas de bancos de dados e a aquisição de dados remotos, como mostrado na figura 5 (NEGREIROS et al., 2008).

A aquisição de dados é feita diretamente no campo por sistemas móveis, via *palmtops* ou *poquets PC (Handhelds)*, com os formulários digitais de campo dos agentes sanitários para o banco de dados do sistema gestor. O gerenciador do banco

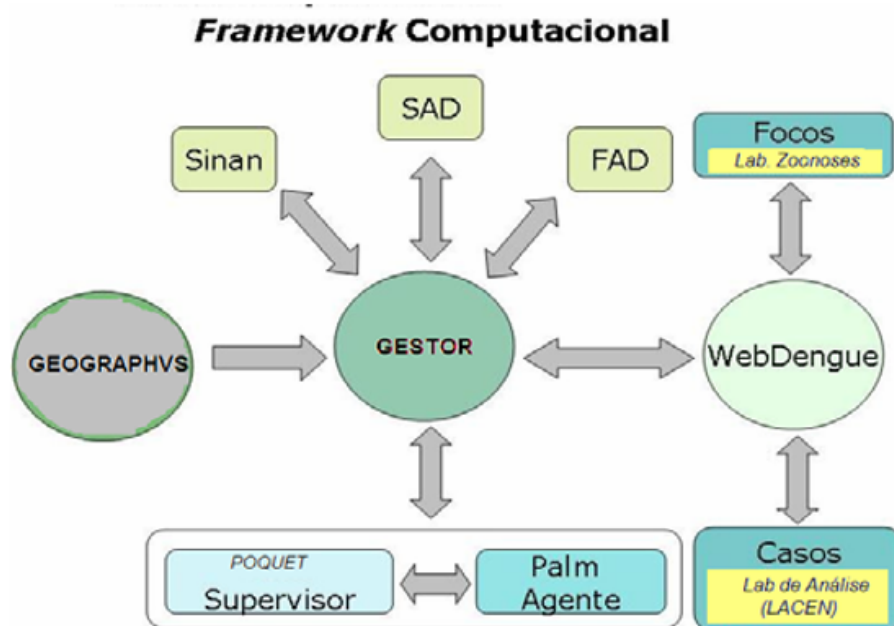


Figura 5: Sistema WebDengue (NEGREIROS et al., 2011).

trata os dados coletados, publicando as informações pertinentes nos mapas para os gestores acompanharem a expansão dos focos e dos casos de dengue.

O sistema gestor e os sistemas *handheld* conversam entre si no sentido de proporcionar ao gestor e/ou pesquisador os recursos para a tomada da decisão no controle das doenças provocadas por zoonoses. Além disso, o sistema gestor também obtém informações provenientes dos laboratórios dos centros de zoonoses e dos Laboratórios Centrais de Saúde Pública (LACEN).

O sistema faz a edição das formas geométricas que definem os mapas urbanos, a malha viária e a hidrografia, georreferenciando as informações das regiões. Os mapas gerados nesse sistema são transferidos ao sistema gestor para uma visualização espaço-temporal, complementando as estatísticas pertinentes aos focos, a pluviometria e as notificações compulsórias. Uma tela do *WebDengue* é ilustrada na figura 6.

O sistema Gestor contém um conjunto de plataformas de otimização, operando na construção das áreas de cobertura dos agentes. Esse sistema usa um conjunto de técnicas de pesquisa operacional para atuar no planejamento e execução das atividades de combate e controle da dengue em situações epidêmicas. Uma vez integrados, os sistemas podem apresentar rapidamente para os gestores o quadro da evolução da doença.

A logística de prevenção e combate à dengue caracteriza-se pela atuação em larga escala de agentes sanitários nas visitas periódicas e na atuação de carros

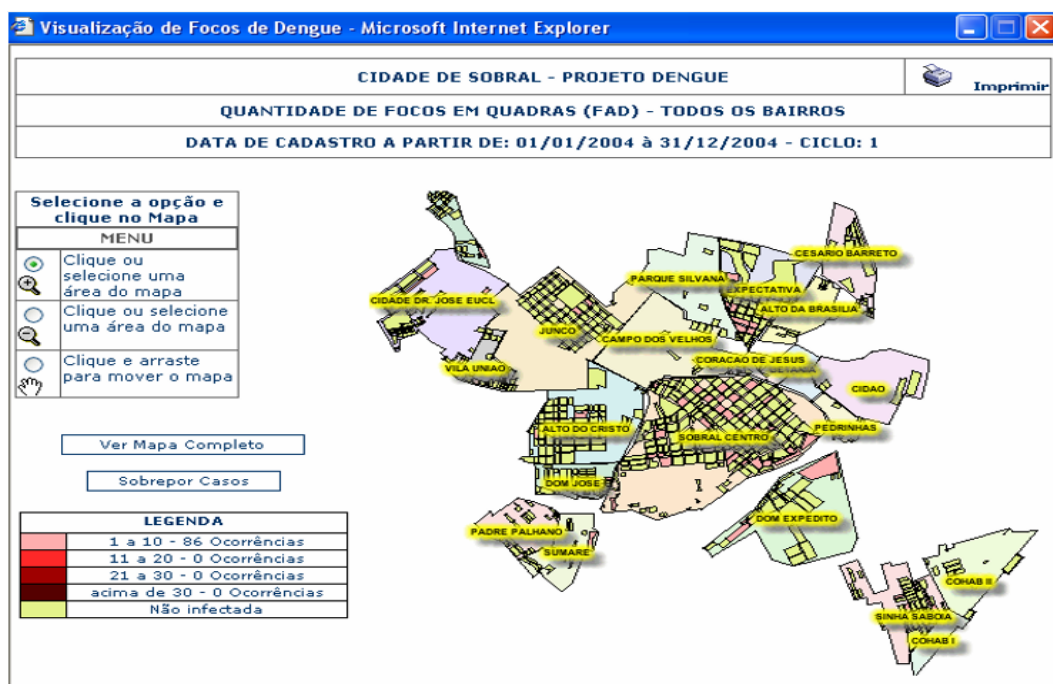


Figura 6: Sistema WebDengue (NEGREIROS et al., 2011).

"fumacê" nas regiões epidêmicas. Essas atividades podem ser otimizadas por meio da minimização dos esforços e dos recursos aplicados nos trajetos de sanitaristas e veículos nas áreas de atendimento, considerando sua periodicidade de trabalho e os setores de risco. Assim, o WebDengue considera os seguintes modelos logísticos para as medidas de combate à epidemias de dengue:

1. Modelos de Distritamento.
 - a) Áreas de cobertura das equipes de agentes sanitaristas.
 - b) Áreas de cobertura de agentes sanitaristas.
 - c) Áreas de cobertura dos veículos "fumacês".
2. Modelos de escala de agentes e veículos "fumacês".
3. Modelos de Roteamento.
 - a) Modelos do percurso de agentes.
 - b) Modelos de percurso de veículos "fumacê".

Os modelos de *distritamento* são utilizados para a construção das áreas de cobertura do ciclo de uma equipe (micro áreas, distrito sanitário ou bairros). Dentro dessas regiões criadas pelo modelo anterior estão localizadas as áreas menores da cobertura de um único agente ou um grupo menor de agentes, criadas pelo modelo de *cobertura de agentes sanitaristas*. Os agentes são distribuídos na região baseada

no número de imóveis, para permitir uma amostragem diária do índice de infestação do mosquito.

Seguindo os modelos anteriores, o modelo de *cobertura dos veículos "fumacê"* atua nas situações epidêmicas, considerando a malha viária de uma cobertura baseada em imóveis. O modelo de *escala de agentes e veículos* cria escalas por meio da divisão da cobertura das equipes de agentes e veículos, conforme suas prioridades e dificuldades inerentes. O modelo do *percurso dos agentes* cria a trajetória do agente sanitarista no seu ciclo de trabalho, considerando seu trabalho residência a residência, com base no modelo do item 1b da lista de modelos de logísticos do WebDengue. O modelo de percurso de veículos é feito considerando as características das estruturas geográficas, estruturas urbanas e a quantidade máxima de inseticida pulverizada no ar por trajeto. Por fim, temos a fase de roteamento de agentes, visando o controle de focos de dengue e do roteamento de veículos no combate ao mosquito.

3.4 Sistemas Hospitalares

Os Sistemas de Informação em Saúde (SIS) são definidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como instrumentos complexos e compostos pelas etapas de coleta dos dados, processamento, análise e transmissão da informação necessária à gestão dos serviços de saúde. Este tipo de sistema promove a organização, a operacionalização e a produção da tomada de decisão e estatísticas. O uso de sistemas de informação na área de saúde é fundamental para conhecer a realidade, e assim formular políticas adequadas para ser usado na tomada de decisão, planejamento, implementação e avaliação de programas de saúde (CAVALCANTE; FERREIRA; SILVA, 2011).

O Sistema Gerenciador de Ambiente Laboratorial (GAL) é o software que informatiza o Sistema Nacional de Laboratórios de Saúde Pública das Redes Nacionais de Laboratórios de Vigilância Epidemiológica e Vigilância em Saúde Ambiental. Este sistema proporciona o gerenciamento das rotinas, o acompanhamento das etapas para realização dos exames, os ensaios e a obtenção de relatórios de produção epidemiológicos e analíticos nas redes estaduais de laboratórios de saúde pública. Essa ferramenta é necessária para lidar em tempo hábil com os vários problemas relacionados aos resultados dos exames laboratoriais. Os resultados dos exames laboratoriais de casos suspeitos ou confirmados (positivos/negativos) das Doenças de Notificação Compulsórias (DNC) são enviados ao SINAN para auxiliar nas tomadas de decisões epidemiológicas e gerenciais dos laboratórios de saúde. (DATASUS, 2017)

Antes da implantação do GAL, as unidades de saúde coletavam as amostras, registravam em um formulário de papel e as encaminhavam para os laboratórios regi-

onais. Após a entrega, os laboratórios regionais ou os laboratórios centrais realizavam os exames para os quais eram habilitados. Após o término do fluxo das amostras, os Lacen emitiam os laudos laboratoriais e os enviavam, via correio, para as unidades de saúde solicitantes. O GAL foi proposto como ferramenta de monitoramento e controle de exames laboratoriais, essencial à gestão e ao acompanhamento dos programas de saúde pública do país. Todo esse processo era manual e lento, as fichas eram entregues aos Lacens com informações incompletas, o que atrasava os resultados dos exames. Grande parte dos exames era realizado com o auxílio de planilhas eletrônicas e arquivos de texto. Esta metodologia dificultava a organização das informações, tanto para pesquisas quanto para controles epidemiológicos.

Atualmente, o Lacen gerencia o processo em nível Estadual e Municipal, enquanto a Coordenação Geral de Laboratórios de Saúde Pública (CGLAB) gerencia todo o processo em nível Federal, por meio de relatórios que podem ser exportados para arquivos de formatos Excel, PDF e HTML.

3.5 Sistemas de Informação Geográfica

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são softwares que realizam o tratamento computacional de informações geográficas e recuperam dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos), dando ênfase à análises espaciais e modelagens de superfícies. Eles podem oferecer aos gestores públicos uma visão geográfica da região municipal. Porém, para que isto seja possível, a geometria e os atributos dos dados devem estar localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica (DAVIS; CÂMARA, 2001).

Devido a ampla gama de aplicações de um SIG, que inclui temas como cartografia e cadastro urbano, há pelo menos três grandes formas de utilizar esse tipo de software: como ferramenta para produção de mapas; como suporte para análise espacial de fenômenos; como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial. Estas três visões refletem a importância do tratamento da informação geográfica dentro de uma instituição.

A definição de SIG reflete a multiplicidade de usos e visões possíveis desta tecnologia e apontam para uma perspectiva interdisciplinar de sua utilização. A partir destes conceitos, encontramos as seguintes características em SIGs:

1. Inserção e integração, numa única base de dados de informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários, cadastro urbano, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno;
2. Mecanismos para combinar as várias informações, por meio de algoritmos de

manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados.

3. A visualização é a função mais atrativa, uma vez que consiste numa forma intuitiva de ver a informação apresentada num contexto geográfico.
4. A capacidade de criar novos registos espaciais, editar ou transformar os já existentes.
5. O armazenamento de informação georreferenciada que pode ser disponibilizada por uma base de dados espacial.

Mapas são ótimos meios de mostrar a informação de uma região e por isso a maior parte da interação com o SIG é feita através de um mapa. Tal como os mapas em papel, os mapas dos SIG são generalizações do mundo real, tipicamente projetadas num plano 2D.

Os mapas de um SIG são interativos e possui uma escala dinâmica que torna possível a navegação e aplicação de controlos de zoom sem perder o nível de resolução. Assim, o usuário tem normalmente várias camadas de informação espacial à sua disposição, e pode adicioná-las simultaneamente ao mapa. Além disso, por se tratar de informação digital, o custo de distribuir e armazenar mapas produzidos por um SIG é pequeno quando comparado com o tradicional mapa em papel. Portanto, a informação é dinâmica e quando existe uma alteração nos dados o mapa reflete imediatamente essa alteração, sem a necessidade de modificar o código do sistema. Além disso, é poder visualizar dados em 3D, já que determinados SIG guardam dados tridimensionais com coordenadas (x, y, z) , e são capazes de apresentá-los numa interface gráfica. E por fim, uma vez que são interativos, os mapas dos SIG podem cobrir áreas geograficamente extensas, o usuário só precisa simplesmente navegar pelo mapa para visualizar a informação que lhe é relevante. Em um mapa de papel seria necessário combinar várias folhas para conseguir alcançar o mesmo propósito.

Um SIG normalmente é composto por: uma interface com usuário; uma entrada e integração de dados; funções de consulta e análise espacial; visualização e plotagem; armazenamento e recuperação de dados organizados sob a forma de um banco de dados geográficos.

No nível mais interno da aplicação, um sistema gerenciador de bancos de dados espacial oferece armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos, com os excelentes recursos de garantia de integridade, controle de concorrência (acesso simultâneo por vários usuários) e recuperação de falhas, disponíveis em um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) espacial. Estes tipos de SGBDs armazenam conjuntos de dados espaciais (por exemplo, mapas vetoriais) e

dados relacionados aos perfis de usuário. Nos SIGs relacionais, ilustrados na arquitetura da figura 7, os dados gráficos são organizados em tabelas de forma semelhante aos dados alfanuméricos. Nos SGBDs dos SIGs, um sistema de chaves é utilizado para relacionar as tabelas, formando um esquema relacional. Esta tarefa é desempenhada em um nível de segurança excelente, tendo em vista o avançado grau de evolução dos SGBDs, aos quais são confiadas em ambientes de aplicações convencionais bem mais críticas que o gerenciamento de dados geográficos.

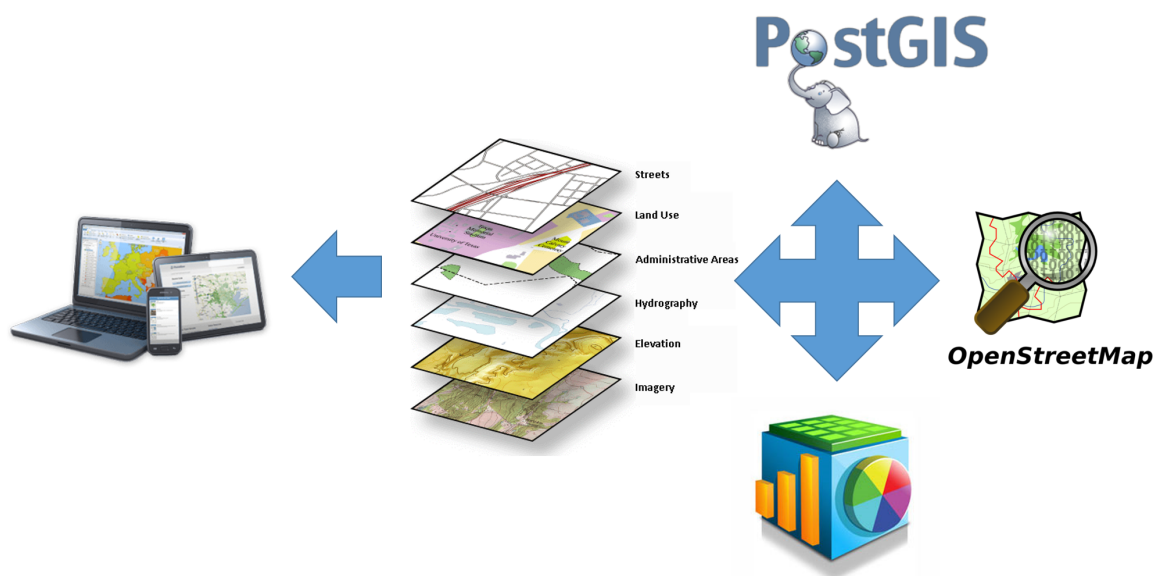


Figura 7: Arquitetura SIG

Desta forma, toda a funcionalidade de gerenciamento de dados fica a cargo do SGBD. No entanto algumas extensões precisam ser feitas para realizar os tipos de consultas e operações mais frequentes no ambiente SIG. A primeira delas, refere-se à implementação de recursos de indexação espacial, armazenando à associação de cada objeto geográfico à um nó de uma árvore em uma tabela, fazendo com que exista uma indexação convencional baseada nesta associação. Outra extensão importante, se refere à linguagem de consulta SQL de SGBDs relacionais. Estas extensões são implementadas no núcleo do SIG, que é responsável por traduzi-las em operações existentes no SGBD. Esta tarefa está se tornando mais fácil à medida que alguns desenvolvedores de SGBD como a *Oracle* estão incorporando facilidades geográficas à seus produtos. Existem ainda sistemas relacionais mais avançados, como o PostgreSQL, que permitem a implementação de novas estruturas de indexação e novos métodos de acesso, o que favorecerá a implementação de SIG relacionais.

A principal função dos SGBDs é fornecer aos outros níveis informações espaciais. Os conjuntos de dados espaciais relevantes de um provedor de dados externo, por exemplo o *Open Street Map* (OSM), podem ser importados e armazenados no SGBD espacial e atualizados regularmente. Além disso, está ocorrendo um aumento

na disponibilidade gratuita de *GIServices* de infraestruturas comerciais high-end (por exemplo, *Google Earth*, *Google Maps* e *MapBox*). Esses serviços fornecem acesso a vários conjuntos de dados através de APIs da Web, inclusive roteamento, geocodificação e geocodificação reversa. Entre esses serviços existem os dados geográficos no padrão *GeoJSON* e os dados *raster*. O *GeoJSON* é utilizado para a manipulação de informações georreferenciadas, estruturadas no formato *JSON*. Os dados *raster* são uma grade de células comumente utilizadas para armazenar imagens e outras informações capturadas por dispositivos de sensoriamento remoto.

SISTEMA DENGOSA

O DENGOSA é um sistema de gestão e informação geográfica que analisa indicadores socioeconômicos e ambientais, disponibilizando serviços de apoio à decisão para o controle de epidemias. A proposta possui uma nova metodologia que facilita e otimiza a comunicação entre os agentes de endemias, entre a população e os gestores do município, atores relevantes para o controle da epidemia de dengue. O sistema fornece informações e funcionalidades para que os profissionais e os gestores de saúde de um município acompanhem a proliferação de doenças em uma escala espaço-temporal.

A complexidade no tratamento das notificações de saúde no Brasil e a ausência de um controle satisfatório para a qualidade dos dados no nível municipal resulta na inconfiabilidade dos dados cadastrados no SINAN. Além disso a burocracia no processo de coleta de dados feita no papel à nível municipal, não é suficiente para resolver esse problema. Com o objetivo de mitigar essa problemática, o DENGOSA propõem uma solução que auxilia a coleta de dados para o SINAN, oferecendo ferramentas no apoio à decisão para os gestores municipais.

Nesse sentido, as competências de cada um dos níveis de governo no escopo da vigilância epidemiológica são levados em consideração no modelo proposto. Portanto, as funções da vigilância epidemiológica informatizadas no DENGOSA, atuadas na divisão municipal, fornecem subsídios para as análises das epidemiologias em um tempo satisfatório para os gestores do município. As ações operacionais são apoiadas pelo DENGOSA com o conhecimento analítico da saúde municipal, fornecido pelos algoritmos de geração de indicadores e relatórios epidemiológicos.

Assim, tem-se um novo cenário onde o DENGOSA complementa no nível municipal as ações do SINAN, que conduzem ações de caráter estratégico e complementar no nível nacional e estadual. O SINAN é um sistema oficial do país e participa, obrigatoriamente, do ciclo nacional de vigilância epidemiológica. Conseqüentemente, o DENGOSA oferece uma estrutura para a integração com o SINAN após o processo de coleta e tratamento dos dados para alimentar as bases desse sistema. Nessa integração o DENGOSA também sincroniza seus registros com antigos cadastros da base federal.

Observa-se que a eficiência do ciclo epidemiológico é complementada pelo desenvolvimento harmônico das funções realizadas no modelo do DENGOSA. Assim, quanto mais eficiente a instância municipal, mais oportunamente poderão ser executadas as medidas de controle estadual e federal. Os dados e as informações produzidas serão completos e consistentes, possibilitando uma melhor compreensão do quadro sanitário e um planejamento adequado de ação governamental do município. Devido a necessidade da consistência dos dados, o DENGOSA otimiza e fiscaliza a coleta desses dados para a gestão municipal, impondo a qualidade na aquisição dessas informações. Portanto, a integração do DENGOSA com o SINAN complementa o ciclo epidemiológico fornecendo uma alimentação de qualidade à base do sistema federal.

A metodologia do sistema proposto também vai otimizar o apoio à decisão por meio da informatização do processo de notificação compulsória das doenças, a dengue por exemplo, no nível municipal e da integração dos dados do Levantamento de Índices Rápidos dos focos (LIRAA). Com essas ferramentas o sistema proposto pode atingir os seguintes objetivos.

1. Detectar precocemente os casos para promover o tratamento adequado e oportuno e evitar o óbito do paciente.
2. Detectar precocemente o aumento de ocorrência da doença para adoção de medidas de controle.
3. Realizar a investigação da epidemia para identificar a área de transmissão e orientar ações controle epidêmico.
4. Acompanhar a curva epidêmica, identificando a área de maior ocorrência de casos
5. Realizar investigação de óbitos suspeitos, visando identificar possíveis as possíveis causas.

Como visto no item [2.2.1](#) sobre a vigilância epidemiológica, a definição das normas técnicas é importante para a uniformização de procedimentos. Assim, o processo de análise e projeto do sistema DENGOSA foi feito reutilizando todas regras de negócio e padrões aplicados no sistema de notificações SINAN. Essas normas assim como seus manuais e a documentação do SVNE se encontram na bibliografia do Ministério da Saúde com as definições de cada doença, padrões e critérios de diagnósticos. Esses documentos também estão disponibilizados no anexo

Outro aspecto importante é que o DENGOSA foi projetado de forma modular e adaptável para atender as necessidades de ampliar ou reduzir a granularidade das informações no sistema. Mudanças como alterações na epidemiologia da doença e

2.COLETA E PROCESSAMENTO DE DADOS 3.ANÁLISE PARA A TOMADA DE DECISÃO 5. RECOMENDAÇÃO , CONTROLE E AÇÃO

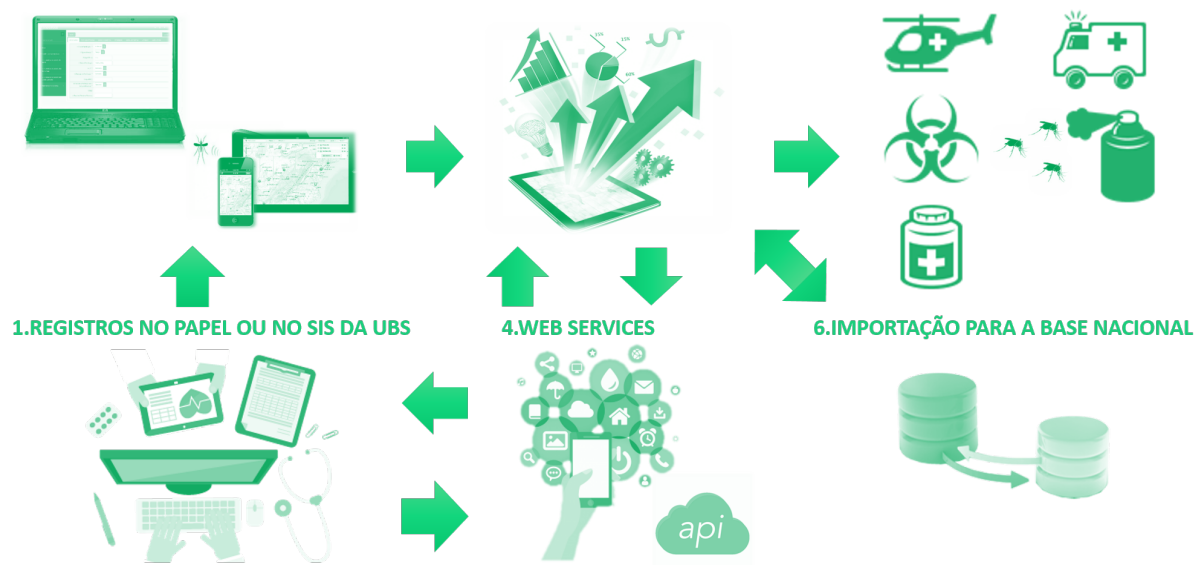


Figura 8: Fluxo de interação do DENGOSA.

nas metas de um programa especial de controle, por exemplo o programa contra a zica, podem ser facilmente adaptadas no sistema.

4.1 Informatização do processo

Como mostrado na figura 2, a operacionalização da vigilância epidemiológica é composta por um ciclo de funções específicas e inter-complementares, desenvolvidas de modo contínuo, permitindo conhecer o comportamento do agravo selecionado para que as medidas de intervenção pertinentes possam ser desencadeadas com eficácia.

Nesse contexto, como as unidades de saúde têm a obrigação de notificar a ocorrência da doença para a secretaria municipal, o sistema DENGOSA apoia o fluxo da notificação atuando como uma interface entre as unidades de saúde e as secretarias como mostrado na figura 8. Para complementar essa realidade ele atua como um registro eletrônico da categoria NGS1, ou seja, os formulários em papel ainda são necessários por questões jurídicas e gerenciais. Porém, as interfaces de cadastro da notificação do DENGOSO ajudam a disponibilizar as informações o mais rápido possível para a tomada de decisão e oferece a opção de imprimir os formulários digitais para complementar os aspectos jurídicos do sistema de vigilância.

4.1.1 Coleta de Dados

O guia de vigilância epidemiológica do DATASUS afirma que a prioridade de conhecimento do dado sempre será concedida à instância municipal, responsável pela execução das medidas de prevenção e controle. Porém, a metodologia do guia na prática possui falhas, uma vez que em muitas cidades a gestão municipal carece de boas ferramentas informatizadas que ajudem a identificar a situação epidemiológica local.

Em muitas cidades o funcionário da unidade de saúde ainda realiza o registro somente por intermédio de formulários em papel que posteriormente são encaminhados para a secretaria de saúde e inseridos no sistema do SINAN online. Esse registros são inseridos somente pela secretária, responsável pelo cadastro no sistema SINAN. Esse é o principal processo utilizado atualmente nos municípios do Brasil. Pelo fato de ser lento e burocrático, esse processo tem um grande impacto negativo na eficiência da tomada de decisão dos gestores públicos, principalmente, devido a necessidade de um acompanhamento em tempo real das epidemias como a dengue e a zica.

O sistema proposto disponibiliza uma interface Web para os profissionais da unidade de saúde e para a secretaria municipal, responsável por arquivar as notificações, além de uma API para integrar os serviços dos SISs usados no município. Essas interfaces atuam no segundo passo do fluxo do DENGOSA, ilustrado na figura 8, auxiliando no processo de coleta para o município. Além disso, essas interfaces são um canal intermediário entre essas entidades que atuam com a epidemiologia para agilizar o processo de notificação e garantir a precisão dos dados georreferenciados.

Como a qualidade da informação depende, sobretudo, da adequada coleta de dados gerados no local, o formulário de cadastro do DENGOSO utiliza filtros e validadores rigorosos usados para garantir a consistência dos dados preenchidos e otimizar a usabilidade do sistema. Portanto, o DENGOSA pode fornecer informações que sirvam para subsidiar o processo de produção de informação para ação ao planejamento, à avaliação adequada e ao aprimoramento das ações com informações precisas.

Como princípio organizacional, o sistema de vigilância abrange o maior número possível de fontes geradoras, cuidando-se para que seja assegurada a regularidade e a oportunidade da transmissão dos dados. Seguindo essa característica, o DENGOSO oferece a opção do envolvimento de outro sistema, quando for necessário, para rapidamente adaptar o seu fluxo a esse novo sistema. Esta função evita que ocorram atrasos na adoção de novas medidas de prevenção e controle de epidemias.

4.1.2 Análise de dados para a tomada de decisão

As ações executivas, inerentes ao nível municipal, exigem o conhecimento analítico da situação de saúde local. Esse conhecimento é disponibilizado via os relatórios e gráficos analíticos do sistema após a coleta das informações, ilustrado no passo 3 da figura 8.

As análises das investigações mostradas por esse gráficos permitem a avaliação da magnitude do problema e das medidas adotadas no município. Na elaboração do *dashboard* desses gráficos o sistema considera os dados referentes à distribuição, à densidade do vetor e à ocorrência de casos, para subsidiar a análise da situação epidemiológica, além de otimizar o uso dos recursos de controle disponíveis no município. Os dados referentes às ocorrências são agrupados, ordenados e consolidados, segundo características de pessoa, tempo e lugar, para possibilitar uma avaliação da tendência da doença e uma comparação com os períodos dos anos anteriores em visões espaço-temporais.

Os gráficos de séries temporais ilustrados na figura 12 são usados para examinar as variações diárias, semanais, anuais, e efeitos antes-e-depois de uma mudança epidemiológica. Esses gráficos são especialmente úteis para comparação dos padrões das políticas públicas do município. Assim, os *dashboards* são capazes de mostrar a curva epidêmica, ou seja, a variação do número de notificações que aconteceu nas regiões em uma faixa de tempo. Já na geração dos relatórios, emprega-se uma linguagem clara e acessível, visando sua divulgação para a população, imprensa e dirigentes dos órgãos de saúde.

4.1.2.1 Geovisualização

A fim de oferecer uma apresentação amigável dos dados coletados para as análises epidemiológicas do passo 3 do fluxo do DENGOSA são utilizados mapas *Web* com a geovisualização do incidência da epidemia, ilustrado na figura 14.

O sistema proposto usa várias fontes de dados geográficos para enriquecer a busca e a sincronização dos endereços no processo de cadastro de formulários de notificação. As informações são buscadas através de bases de dados e web services usando um padrão de comunicação para dados espaço-temporais. Esses padrões são usados para representar uma região no espaço fornecendo à informação agregada à aquela região.

Por meio desse fluxo as informações epidemiológicas, adicionadas à marcadores, rotas, regiões, entre outros recursos personalizados são plotadas no mapa do sistema. Além disso, algoritmos de geoprocessamento são utilizados para oferecer variadas formas de geovisualização, como mapas de densidade e mapas de calor.

Tais formas de visualização ajudam o gestor a identificar o ponto crítico com mais clareza, contribuindo no processo decisório e agilizando as ações.

O sistema também possui um módulo de criação e edição de regiões utilizadas no escopo da gestão de saúde do município. Logo, é possível inserir rapidamente qualquer região no contexto utilizado pelas organizações dessas regiões, já que o próprio sistema oferece a possibilidade de controlar as demarcações desses contextos. Com essa particularidade o sistema se torna escalável e adaptável às várias realidades e visões da gestão de saúde.

4.1.3 Recomendação das medidas de prevenção e controle

Com os gráficos e os mapas do DENGOSA a secretaria municipal pode acompanhar sistematicamente em tempo real a evolução temporal da incidência de casos em cada área da cidade e confrontar suas informações com os índices de infestação vetorial. A criação automática dos gráficos e dos boletins epidemiológicos influencia significativamente nas medidas de controle e combate à epidemia. Essa função otimiza o tempo dos profissionais em atividades burocráticas, como a elaboração de relatórios, para ser aplicado em atividades operacionais. Assim, em caso de surtos e epidemias notificados pelo sistema DENGOSA a secretaria e a equipe de endemias podem realizar uma intensificação no combate ao vetor em uma região específica, com medidas de controle para reduzir ou mesmo interromper a transmissão.

Paralelo a visualização das informações dos *dashboards* e dos *Web maps* o sistema possui gatilhos que fazem consultas periódicas no banco de dados verificando se existe algum índice elevado de casos de dengue em cada região. Se for encontrado algum índice alarmante nos registros, o sistema automaticamente emite notificações com informações e recomendações aos responsáveis por aquela região. Com esse recurso profissionais e gestores terão automaticamente a informação para realizar o devido tratamento das áreas suspeitas de foco de dengue.

Dessa forma, esse monitoramento periódico da epidemia torna possível desencadear os processos aplicados no passo 5 ilustrado na figura 8 com investigações no local provável de infecção e aplicar medidas de controle capazes de reduzir e impedir a circulação viral, em momentos oportunos.

4.1.4 Retroalimentação do sistema

Um dos pilares do funcionamento da estrutura do DENGOSA é a retroalimentação dos sistemas que estão integrados aos seus serviços. A retroalimentação, situados no passo 4 e no passo 6 da figura 8, consiste no retorno regular de informações às fontes produtoras, demonstrando a contribuição das fontes no processo da co-

leta. O conteúdo da informação da retroalimentação corresponde os registros e às complexas análises epidemiológicas relacionadas com as ações de controle. Assim, a retroalimentação do sistema DENGOSA propicia a coleta de subsídios para reformular normas e ações no nível municipal, assegurando a continuidade e o aperfeiçoamento do processo.

4.1.4.1 Interoperabilidade

A base do DATASUS necessita que os processos e as culturas das organizações relacionadas a saúde sejam direcionadas para maximizar as oportunidades de troca e reuso de informações, internamente pelos sistemas do DATASUS e externamente por aplicações com serviços indiretos a saúde. Por isso o Ministério da Saúde decretou em abril de 2011, a Portaria 940 ([DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2011](#)) que vincula o paciente à atenção realizada pelas ações e serviços de saúde, ao profissional e ao estabelecimento de saúde responsável. A integração desses serviços é feita mediante as interfaces Web do sistema DENGOSA e os *Web Services* do barramento do DATASUS que disponibilizam os serviços do Cadastro Nacional de Saúde (CNS), o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), dentre outros. Para consumir os serviços do CNS necessita-se de um processo legal para permitir o acesso as suas bases. O DATASUS exige esse processo legal devido a necessidade da privacidade dos dados pessoais dos pacientes. Para os serviços do CNS existem dois os cenários: o município possui a permissão para alimentar o DENGOSA com os dados dos pacientes a partir dos serviços do CNS; o município não possui autorização para disponibilizar no sistema DENGOSA. No entanto com o serviço do CNS é possível realizar a identificação do paciente no DENGOSA, dispensando o retrabalho da digitação dos dados do cidadão previamente identificado na base do CNS, além da integridade e confidencialidade nos dados trafegados. Portanto ele é um possível serviço que pode ser integrado ao sistema.

Para a integração desses serviços os dados das unidades de saúde, o sistema DENGOSA consome as informações da base nacional do cadastro de estabelecimentos de saúde. por meio do barramento de serviços do DATASUS. A partir do consumo do serviço do barramento é possível recuperar as informações como o nome do estabelecimento, endereço, diretoria, esfera administrativa, telefone e e-mail e coordenadas do estabelecimento, de um determinada unidade de saúde por meio do número do CNES ou do CNPJ.

4.1.4.2 Integração com o SINAN

Apesar do SINAN ainda não possuir uma API para fazer a comunicação direta com o sistema DENGOSA, ele está na lista dos serviços que serão disponibilizados

pelo barramento do DATASUS. Logo futuramente ele será um componente integrado com o sistema DEGNOSA. Enquanto esse serviço não está disponível, o DENGOSA realiza o processo de importação das notificações através de arquivos DBF. Esse arquivos são recursos utilizados pelo "SINAN online" para exportação de dados.

Após o processo da análise de tomada decisão o sistema realiza o processo de migração dos registros de notificação epidemiológica para o SINAN online. A migração dos registros de notificação é feita pelas interfaces Web e pelo consumo dos serviços dos SIS das nas unidades de saúde. Pelas interfaces Web pode-se fazer o upload de arquivos de importação DBF ou de outros formatos. Através desse processo facilitamos e agilizamos o processo de cadastro das notificações compulsórias que antes eram inseridos somente por intermédio da digitação das notificações.

Além do processo de integração com o SINAN, o DENGOSA possui interfaces para a importação de dados dos exames nos Laboratórios de Saúde Pública, gerenciados pelo sistema GAL. Esses dados também são usados nos formulários de notificação compulsória. Após o término do fluxo de investigação das amostras, os laudos laboratoriais emitidos pelo GAL são exportados em arquivos de formatos xls do Excel e podem ser importados para o sistema DENGOSO.

Os dados da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) e de várias outras entidades que complementam a notificação compulsória e seus indicadores também podem ser importados e sincronizados por meio de arquivos XML e CSV.

Para facilitar a alimentação dos dados geográficos dos sistemas as regiões geográficas personalizadas para a gestão de saúde municipal como os distritos sanitários e as micro áreas são importadas através de arquivos KML. Esses arquivos normalmente são feitos utilizando as ferramentas *MyMaps* e o *Google Earth* da *Google*. Assim é possível reaproveitar essas demarcações feitas anteriormente por essas ferramentas para auxiliar na gestão das secretarias.

Os dados abertos das unidades de Saúde disponibilizados pelo DATASUS também podem ser importados através de arquivos CSV e sincronizados gradualmente posteriormente por serviços, como o serviço do CNES disponibilizado pelo barramento do DATASUS.

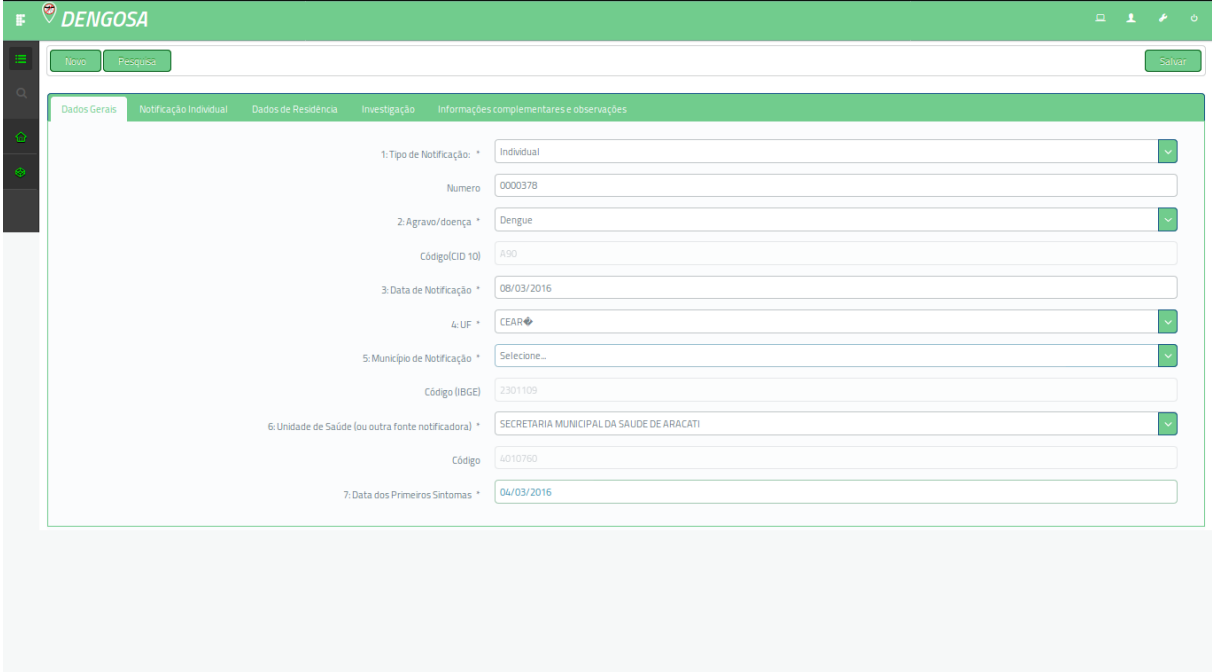
CAPÍTULO 5

RESULTADOS

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) do DENGOSA foi originalmente projetado para resolver um problema específico: a epidemia de dengue. Porém, o DENGOSA pode ser facilmente adaptado para o uso mais amplo de outras epidemias. Por exemplo, epidemias que são acompanhadas pelo Sistema Nacional de Vigilância Epidemiológica (SVNE) e serviços relacionados a elas, tal como o entomológico, podem ser contempladas com a tecnologia DENGOSA.

5.1 Implementação do sistema

O desenvolvimento do DENGOSA segue as especificidades da engenharia de software, visando gerar um produto final dentro dos padrões de qualidade, além de atender aos requisitos do modelo de negócio da gestão de saúde pública contra epidemias.



The image shows a screenshot of the DENGOSA web application interface. The header is green with the DENGOSA logo and navigation icons. Below the header, there are tabs for 'Dados Gerais', 'Notificação Individual', 'Dados de Residência', 'Investigação', and 'Informações complementares e observações'. The 'Dados Gerais' tab is active, displaying a form with the following fields:

1: Tipo de Notificação *	Individual
Numero	0000378
2: Agravo/doença *	Dengue
Código(CID 10)	A90
3: Data de Notificação *	08/03/2016
4: UF *	CEAR
5: Município de Notificação *	Selecione...
Código (IBGE)	2301109
6: Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora) *	SECRETARIA MUNICIPAL DA SAÚDE DE ARACATI
Código	6010760
7: Data dos Primeiros Sintomas *	04/03/2016

Figura 9: Formulário de notificação do sistema DENGOSA.

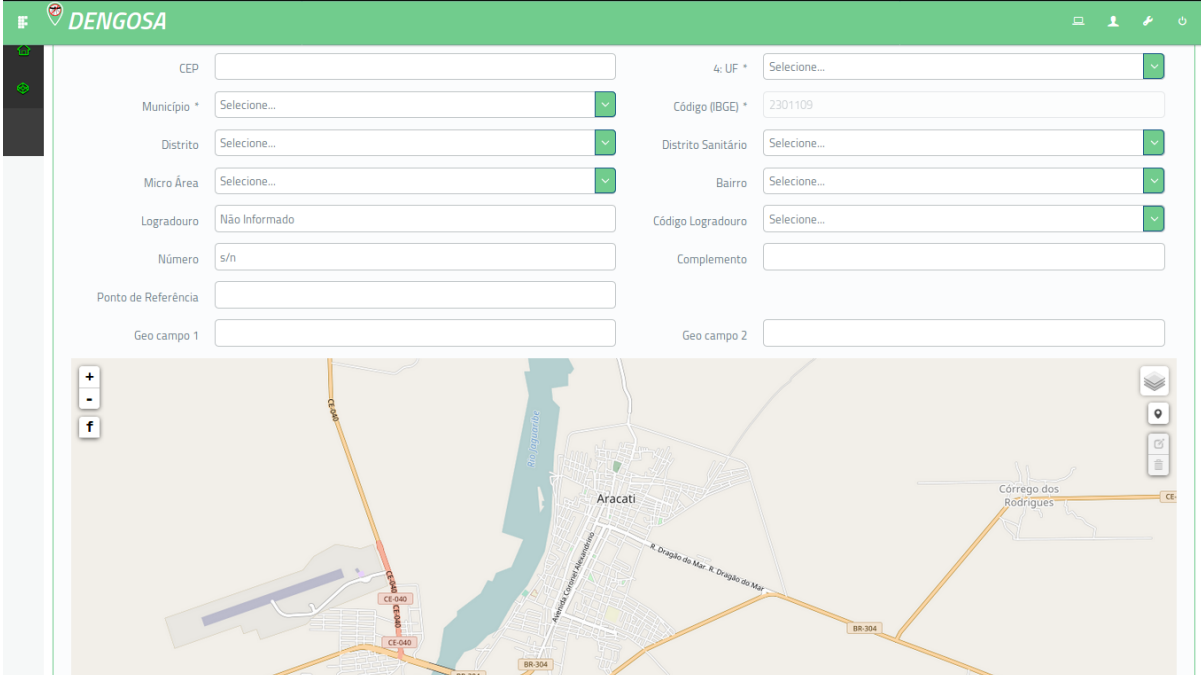


Figura 10: Formulário do endereço do paciente no sistema DENGOSA.

5.1.1 Coleta de Dados

Para o processo de coleta o sistema usa filtros e validadores implementados com a biblioteca de componentes *PrimeFaces*. Assim, com os formulários ilustrados na figura 9 usando esses filtros, ao usuário tentar cadastrar uma notificação sem preencher os campos obrigatórios do endereço do paciente, o sistema não permite salvar o registro e envia uma notificação informando que os campos precisam ser todos preenchidos.

Os campos dos endereços ilustrados na figura 10 também são automaticamente preenchidos ao colocar informações que identifiquem o endereço, tais como o CEP e o nome da rua. Essa função autocompleta o registro e otimiza usabilidade do sistema para evitar o cadastro de informações inconsistentes e incompletas, devido a falta do conhecimento das informações dos endereços. Além disso o sistema usa os serviços de geocodificação, para buscar as coordenadas do endereço por meio das informações textuais dos endereços, e a geocodificação reversa, para buscar as informações do endereço pelas coordenadas do endereço.

Para auditoria do preenchimento dos dados o sistema possui um dashboard que mostra o estado das informações mais relevantes preenchidas na notificação, incluindo os dados não preenchidos corretamente. Essas informações podem ser agrupadas por uma unidade de saúde ou região em uma faixa de tempo específica. Dessa forma, o gestor de saúde pode visualizar esse dashboard como mostrado na figura 11 e tomar as medidas adequadas na organização da unidade de saúde ou

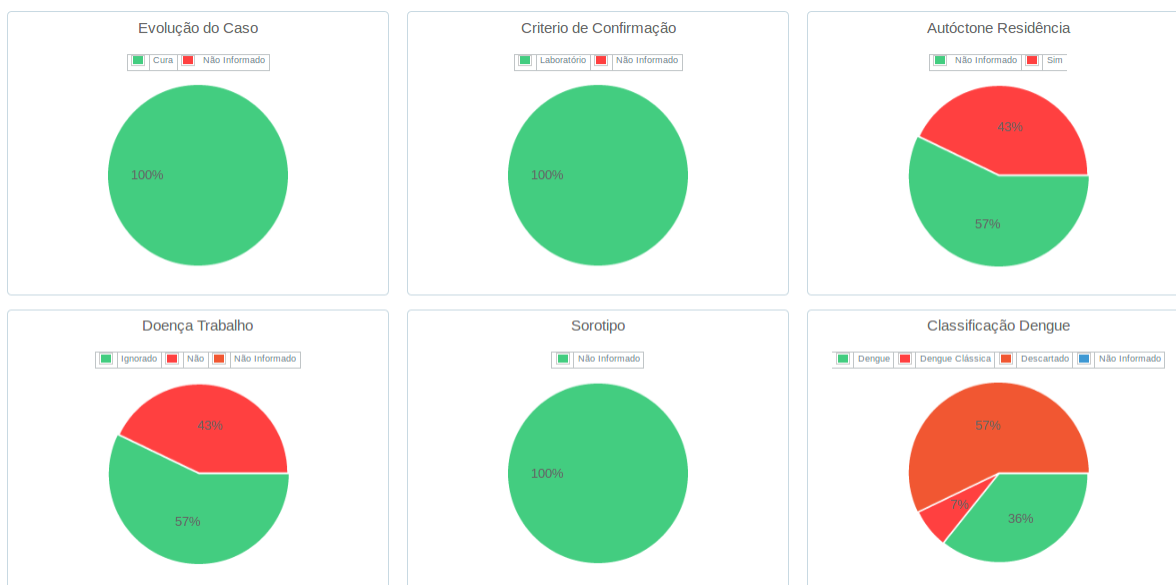


Figura 11: Dashboard de indicadores do sistema DENGOSA.

região para melhorar a completude dos dados.

5.1.2 Análise de dados para a tomada de decisão

Para a análise de dados, foram implementados gráficos de séries temporais que são usados para examinar as variações diárias e efeitos antes-e-depois de uma mudança epidemiológica. Esses gráficos são especialmente úteis para comparação de padrões de dados de diferentes indicadores. Por exemplo, pode-se comparar o número de casos confirmados de dengue com o número de óbitos mensal do ano anterior ou tendências da epidemia em diferentes regiões ao longo de diversos meses como mostrado na figura 12.

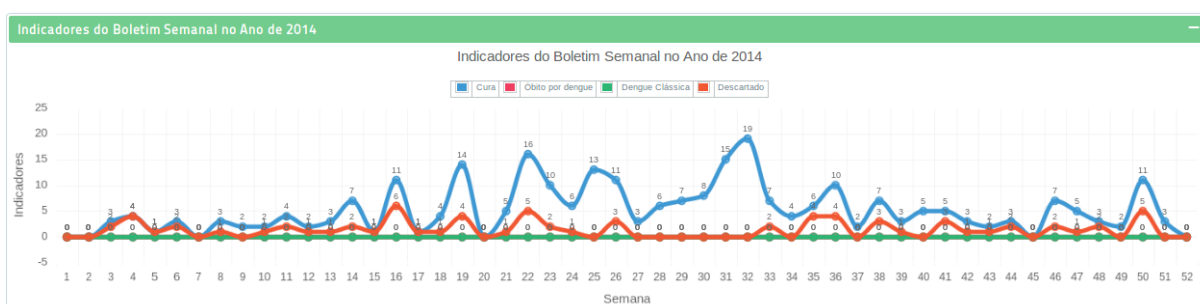


Figura 12: Gráfico Temporal em linha Ano dividido por mês

Os filtros espaços temporais determinam o critério temporal da consulta com a opção de escolher buscar por períodos pré-determinados, como o ano, mês ou semana. Assim, é possível buscar informações escolhendo, por exemplo, o ano ou determinando uma data inicial e uma data final explicitamente nos filtros, como mostrado

na figura 13. É possível determinar nas consultas em gráficos temporais a unidade temporal que divide os indicadores na linha do tempo.

A interface de busca avançada do sistema DENGOSA apresenta os seguintes campos e opções:

- Informação: Notificação Indicador
- Critério Temporal: Com filtro Sem Filtro
- Busca Avançada (título de barra verde)
- CID10:
- Endereço:
- Indicadores:
- Código:
- Critério Temporal:
- Ano:
- Step:
- Mês:
- Semana:
- Data Inicial *:
- Data Final *:
- Botão de busca:

Figura 13: Filtro espaço temporal de indicadores

Os filtros dos indicadores determinam que tipo de informação o gestor deseja visualizar no mapa. Os indicadores são divididos por categorias utilizadas na classificação das informações básicas da notificação. Por exemplo, existe o indicador das notificações que resultaram em cura que é um indicador da categoria evolução do caso.

O sistema também disponibiliza um dashboard dos indicadores das unidades de saúde usando uma variedade de gráficos analíticos espaço temporais. Esse gráfico de séries temporais exibe observações no eixo x contra intervalos de tempo igualmente espaçados no eixo y. Dentre os indicadores, os mais importantes são as notificações em que ocorreram óbitos, cura, dengue grave e as fichas descartadas. Também são mostrados gráficos "pizza" dos exames e dos indicadores distribuídos em categorias: Evolução do Caso; Critério Confirmação; Classificação Final; Autóctone Residência. Esses gráficos também ajudam na auditoria da qualidade da coleta de dados já que também informam a quantidade de dados não cadastrados nos formulários.

5.1.2.1 Geovisualização

A fim de oferecer uma apresentação dos dados coletados, o DENGOSA faz uso dos mapas *Web*, ilustrados na figura 14, construídos com o *Leaflet*, uma biblioteca *Java Script* para mapas interativos projetado com simplicidade e suporte a todas as principais plataformas *Web* e *mobile*.

O sistema DENGOSA usa várias fontes de dados geográficos para enriquecer o cadastro dos endereços da notificação. O *Open Street Map* (OSM) ([Open Street Map Group, 2017](#)) é umas das bases de dados utilizadas para esse fim. Assim, o

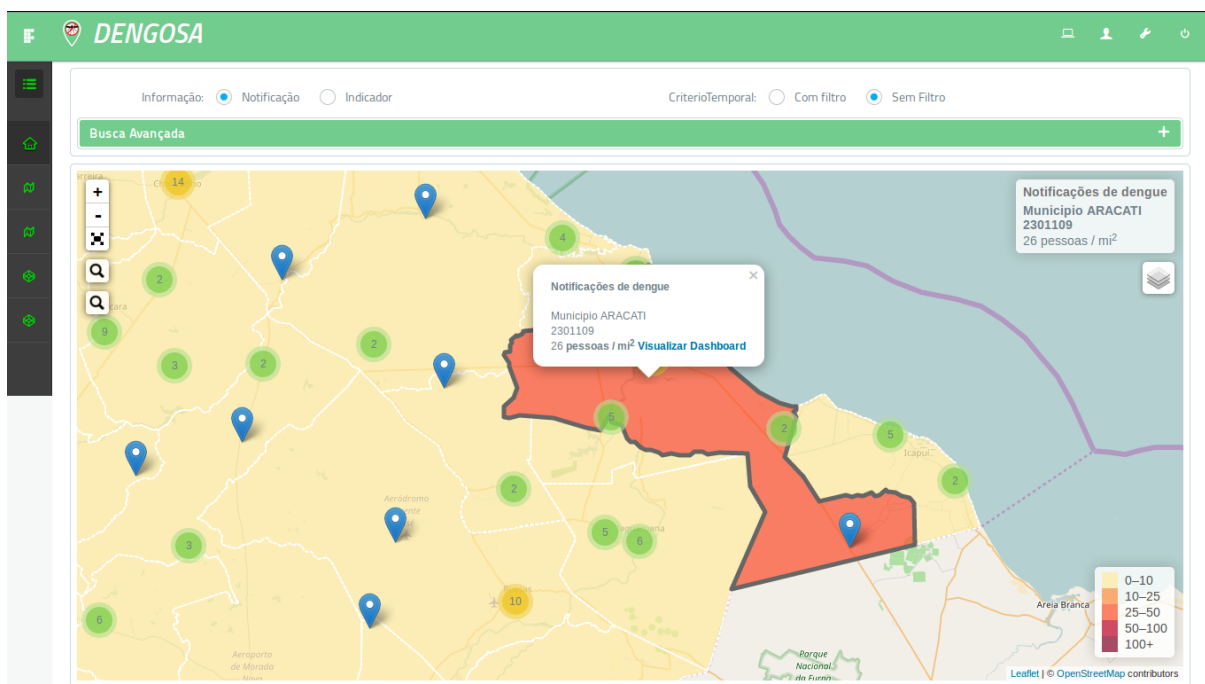


Figura 14: Mapa de densidade do número de notificações de Aracati

OSM fornece serviços de imagens cartográficas baseada em dados *raster* e serviços no padrão *GeoJSON*.

As informações epidemiológicas, adicionadas à marcadores, rotas, áreas entre outros recursos personalizados, são plotadas no mapa do sistema, ilustrado na Figura 14. Além disso, o mapa também possui as funções de zoom, fullscreen e de busca que ajudam na usabilidade da geovisualização. Dentro do mapa existem filtros espaciais que permitem ao usuário escolher a unidade espacial da consulta que deseja visualizar. Essas unidades variam entre as regiões do IBGE (municípios e distritos) e as regiões personalizadas da área de saúde (distritos sanitários e micro áreas).

Para complementar as funcionalidades do mapa, a utilização de algoritmos de geoprocessamento encontrados nos *plugins*, oferece varias geovisualizações, como mapas de densidade e agrupamentos de pontos por proximidade ilustrado na Figura 14. Tais formas ajudam o gestor a identificar o ponto crítico com mais clareza, contribuindo no processo decisório e agilizando as ações. No sistema também existe um modulo de criação e edição das regiões utilizadas no escopo da gestão de endemias e epidemias do município, ilustrado na figura 14. Logo, é possível inserir rapidamente qualquer região no contexto utilizado pelas organizações dessas áreas, já que o próprio sistema oferece a possibilidade de controlar as demarcações desses contextos. Com essa particularidade o sistema se torna escalável e adaptável às várias realidades e visões de gestão.

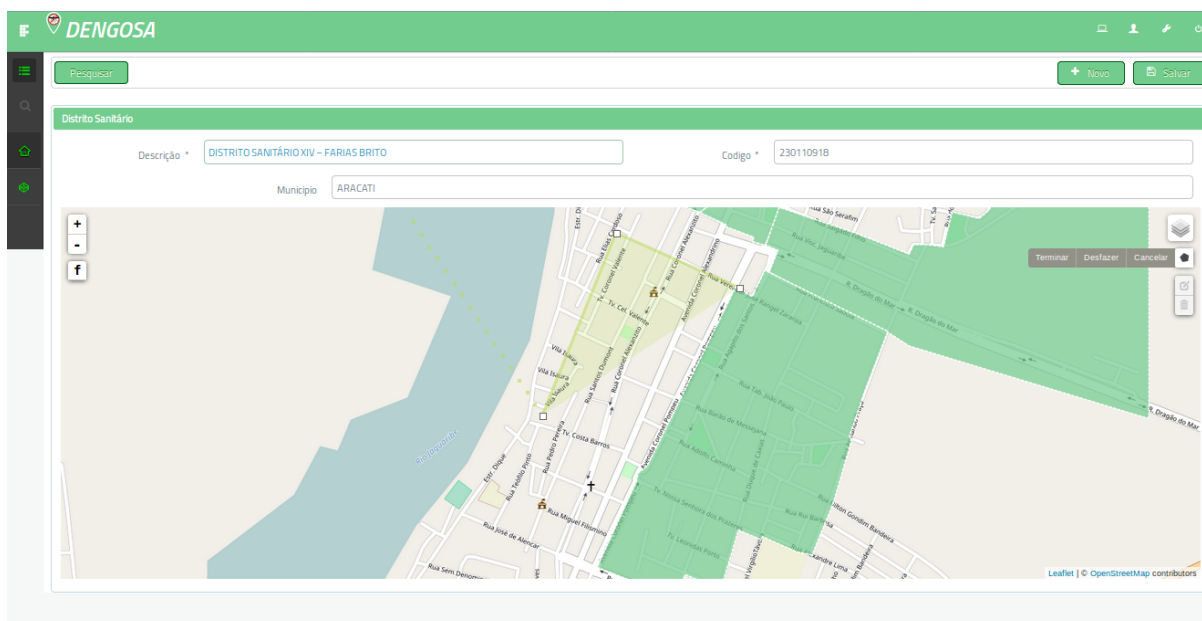


Figura 15: Ferramenta Editor de Regiões do DENGOSA

A consulta das notificações e indicadores exibidos no mapa usa os seguintes parâmetros iniciais: o ano atual como critério temporal; os municípios do Ceará como unidade espacial; e a dengue como a doença à ser buscada. As buscas dos indicadores de notificações são feitas por meio, do cálculo absoluto e do cálculo relativo a população do número, de ocorrências na região segundo algum critério temporal. Também pode ser feita uma busca específica de indicadores, por exemplo, o cálculo absoluto ou cálculo relativo do número de óbitos por dengue na região, segundo algum critério temporal.

5.1.3 Recomendação das medidas de prevenção e controle

Com os gráficos e os mapas do DENGOSA a secretaria municipal pode acompanhar sistematicamente em tempo real a evolução temporal da incidência de casos em cada área da cidade e confrontar com os índices de infestação vetorial. Com efeito, o monitoramento da epidemia sendo realizado rotineiramente no sistema para conhecer as áreas infestadas torna possível desencadear investigações no local provável de infecção aplicando medidas de controle capazes de reduzir (impedir) a circulação viral em momento oportuno.

A criação automática dos gráficos e dos boletins epidemiológicos influencia, significativamente, as medidas de controle e combate à epidemia. Assim, em caso de surtos e epidemias notificados pelo sistema DENGOSA, de acordo com os alarmes gerados para reduzir ou mesmo interromper a transmissão, a equipe de endemias pode realizar uma intensificação no combate ao vetor com aplicações de inseticida a ultrabaixo volume (UBV).

As avaliações entomo-epidemiológicas são consideradas para interromper as aplicações de UBV. Observa-se que essas aplicações estão sujeitas a influências climáticas e operacionais que contribuem para diminuição de sua eficácia, razão pela qual devem ser adotados procedimentos específicos para minimizar tais problemas. Mesmo com a eficácia limitada, indica-se a adoção dessa medida em situações epidêmicas.

Paralelo a visualização das informações dos dashboards e dos Web maps o sistema possui gatilhos que fazem consultas periódicas no banco de dados verificando se existe algum índice elevado de casos de dengue em cada região. Se for encontrado algum índice alarmante nos registros, o sistema automaticamente emite notificações com informações e recomendações aos responsáveis por aquela região. Dessa forma, os atores tomadores de decisão ficam cientes, em tempo real, do grau de risco daquela determinada região. Com esse recurso, profissionais e gestores terão a informação mais rápida como o objetivo de realizar o devido tratamento das áreas suspeitas de foco de dengue.

5.1.4 Retroalimentação dos dados

A retroalimentação dos dados epidemiológicos do sistema sobre a situação local e regional é feita por intermédio dos web services ou pelos relatórios impressos pelo sistema. Isto propicia a reformulação de normas e ações no nível municipal, assegurando a continuidade e o aperfeiçoamento do processo.

5.1.4.1 Interoperabilidade

O DENGOSA possui uma camada que disponibiliza uma API de serviços implementada com o padrão RESTful sobre o protocolo HTTP. Essa camada foi desenvolvida seguindo princípios arquitetônicos específicos do REST. Além disso, a API disponibiliza recursos orientados à representação, ou seja, interage com os serviços usando representações de diferentes formatos como o HTML, JSON e o XML.

O objetivo da API é ter os recursos distintos das notificações epidemiológicas e do acompanhamento do LIRAa para que os sistemas de informação que fornecem e consomem os serviços no contexto da vigilância epidemiológica possam interagir e intercambiar dados de forma automática. A base do DATASUS necessita que os processos e as culturas das organizações sejam direcionados para maximizar as oportunidades de troca e reuso de informações, internamente pelos sistemas do DATASUS e externamente por aplicações com serviços relacionados.

A API foi uma solução utilizada na integração do sistema DENGOSA e na comunicação dentre essas diferentes aplicações. Essa tecnologia tornou possível



Figura 16: Serviços Mobile

distintos serviços interoperarem e os diferentes sistemas de vigilância tornarem-se compatíveis.

Na comunicação entre os serviços que consomem os dados geográficos do sistema DENGOSA são utilizados vários padrões abertos, incluindo o padrão definido internacionalmente para representações geográficas, o *GeoJSON*.

5.2 Arquitetura

As tecnologias utilizadas no desenvolvimento do sistema estão ilustradas na figura 17.

O SGBD utilizado é o PostgreSQL ([The PostgreSQL Global Development Group, 2017](#)). Ele foi escolhido por possuir uma extensão com suporte ao tratamento de dados espaciais. Essa extensão para o *PostgreSQL*, chamada de *PostGIS*, permite que o servidor *PostgreSQL* possua modelos de dados geométricos e modelos de dados *raster* para serem processados no SIG.

Para a manipulação e elaboração das consultas no banco de dados é utilizado como framework ORM (Mapeamento Objeto Relacional), o Hibernate ([Hibernate Community, 2017](#)). Esse framework usa a especificação JPA e como tal, pode ser facilmente utilizado em qualquer ambiente de servidores de aplicações Java EE. o Hibernate permite a simplificação do processo de criação, exclusão e atualização do

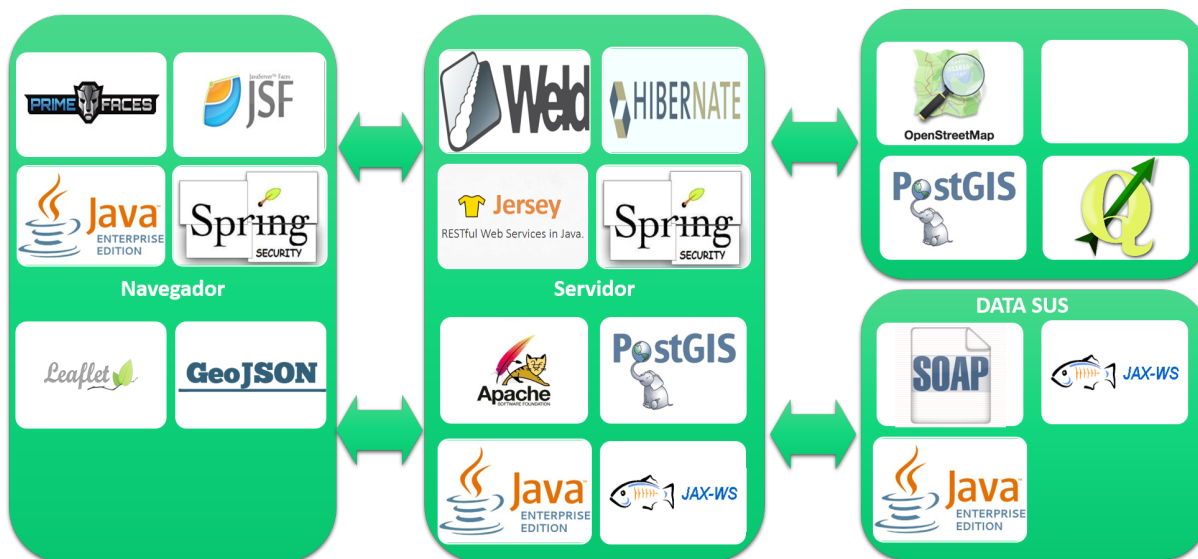


Figura 17: Tecnologias do sistema DENGOSA.

banco de dados além da manipulação de seus dados. Uma extensão do Hibernate, o Hibernate Spatial, oferece consultas às dados espaciais usando os padrões encontrados na literatura para tratar informações georreferenciadas e fornece uma interface entre banco de dados geográficos.

A estrutura do DENGOSA usada para a integração do sistema do SINAN é implementada após o processo de coleta e tratamento dos dados. Para complementá-la, o DENGOSA usa algoritmos de extração e carregamento de dados de arquivos de planilhas eletrônicas (XLS), arquivos separado por virgula (CSV), arquivo de dados espaciais (KML) e o arquivo de exportação do SINAN (DBF) para sincronizar informações provenientes dos sistemas relacionados. Tais como GAL, SINAN, CNES, IBGE e outras fontes de dados externas.

5.3 Análise Complementar e Comparativa

O sistema DENGOSA contempla o domínio epidemiológico, entomológico e o domínio gerencial da saúde para fornecer serviços personalizados ao município. Sendo assim, ele também oferece a possibilidade da integração de sistemas governamentais que abrangem esses domínios, como o SINAN, o Web Dengue e o InfoDengue, para intercambiar dados padronizados.

Como mostrado na tabela comparativa 1, os sistemas de vigilância epidemiológica atuam nos três níveis de gestão de governo (nacional, estadual e municipal) em relação às funções do ciclo epidemiológico. Portanto, os sistemas usados no processo de notificação, como o SINAN, e os sistemas que fornecem serviços de inteligência, como o WebDengue e o InfoDengue, podem integrar as suas funcionalidades nos ser-

Tabela 1: Tabela Comparativa

Função	Municipal	Estadual	Federal
Coleta	DENGOSA SINAN WEBDENGUE	SINAN	SINAN
Integração	DENGOSA WEBDENGUE	DENGOSA INFODENGUE	DENGOSA
Análise	DENGOSA	SINAN INFODENGUE	SINAN
Controle	DENGOSA WEBDENGUE	SINAN	SINAN
Avaliação	DENGOSA	SINAN	SINAN
Interoperabilidade	DENGOSA	DENGOSA	DENGOSA
Inteligência	WEBDENGUE	INFODENGUE	NENHUM

viços de coleta e gestão do DENGOSA. Isso é possível graças à camada de interoperabilidade do sistema proposto, que fornece os serviços dos domínios contemplados de saúde no contexto da epidemiologia.

Apesar do WebDengue fornecer uma solução robusta para lidar com a epidemiologia utilizando algoritmos de pesquisa operacional, os dispositivos palmtops do WebDengue já não condizem com a atual realidade brasileira, pois esses aparelhos foram substituídos por *smartphones* e *tablets*. Neste contexto, o sistema DENGOSA pode suprir a carência do processo de coleta por meio das interfaces *web responsiva* e os *web services* de aplicações *mobile*. Portanto, o sistema WebDengue e o seu conjunto de algoritmos de otimização de planejamento dos agentes de saúde podem ser integrados ao DENGOSA para apresentar aos gestores o quadro entomológico da evolução da doença em seus gráficos. Adicionalmente, os serviços de logística dos agentes sanitários podem agregar os dados das metodologias de análise do InfoDengue, por meio da API do DENGOSA.

O DENGOSA também pode complementar a coleta de dados do InfoDengue, incluindo a integração dos dados de regiões personalizadas no município. Isso permite que as secretarias possam combater a dengue usando os modelos do InfoDengue utilizando a sua lógica de gestão. Com o sistema DENGOSA integrado a essas soluções, os gestores também conseguem independência e agilidade na tomada de decisão. Independente da origem dos dados ou da forma de coleta, o mais importante é que a informação deve ser apresentada aos usuários finais em uma linguagem que seja compreensível para eles, sem a necessidade de especialistas para interpretá-las.

Assim, em parceria com o WebDengue e o InfoDengue o DENGOSA oferece um conjunto de serviços para a gestão do município, reutilizando soluções tecnológicas aplicadas e testadas no processo de combate à dengue que atuam paralelamente ao ciclo de vigilância epidemiológica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema DENGOSA proporciona uma melhoria técnica e administrativa na gestão de recursos e no controle de epidemias de dengue. Como prova de conceito, o sistema está sendo utilizado no município de Aracati para auxiliar a secretaria de saúde na tomada de decisão. A base do sistema está alimentada com os registros epidemiológicos de Aracati e já é possível exibir as informações de maneira dinâmica.

O DENGOSA também propõe o tratamento dos processos e dos dados do setor de endemias, cruzando-os com as notificações compulsórias do SINAN. Além disso, ele fornece uma interface para gestão das regiões geográficas com maior grau de granularidade, permitindo que as secretarias de vigilância em saúde possam combater a dengue de forma mais efetiva, otimizando a distribuição de recursos. Por exemplo, os gestores podem visualizar os dados relacionados as regiões responsabilizadas aos agentes de endemias e direcionar um reforço a esse local específico.

Embora Aracati seja a cidade piloto, o sistema se ajusta perfeitamente ao cenário local dos municípios do estado do Ceará, em especial as cidades do interior. Com um sistema de mapeamento web, os gestores conseguem maior independência e agilidade para visualizar, de modo intuitivo, os fatores que influenciam no processo de análise e escolha de ações a serem realizadas perante a problemática. Independente da origem dos dados ou da forma de coleta, o aspecto mais importante é que a informação deve ser apresentada aos usuários finais em uma linguagem que seja compreensível para eles, sem a necessidade de especialistas para interpretá-la. Nesta perspectiva, o DENGOSA atende a demanda de qualquer município, uma vez que foi implementado com possibilidade de adaptação à vários cenários.

Destaca-se que variantes do sistema poderão atender a demanda em outros níveis da gestão do governo, com atividades afins ao controle epidemiológico. Também se identifica como trabalhos futuros, o desenvolvimento de aplicações *mobile* que possam utilizar a *API* de serviços disponibilizada pelo sistema. Além disso, encontra-se em desenvolvimento um aplicativo social *mobile* que faz uso dos serviços da plataforma web do DENGOSA. Esta aplicação oferece ao cidadão uma forma simples de interagir na campanha de combate à dengue, disponibilizando ao usuário a funcionalidade de denunciar um foco do mosquito e visualizar o mapa com os casos registrados

de dengue ilustrado na figura 18. As informações principais da denúncia consistem no endereço, nas imagens e no uso do GPS para georreferenciar estas informações.

Estas informações são enviadas via aplicação *mobile* para o agente de endemias e à Secretaria de Saúde. Assim, a denúncia é verificada e, de acordo com a veracidade das informações, a Secretaria de Saúde juntamente com a equipe de endemias realizam as atividades de combate ao foco de dengue. Ao final destas atividades o mapa é atualizado com as informações epidêmicas.

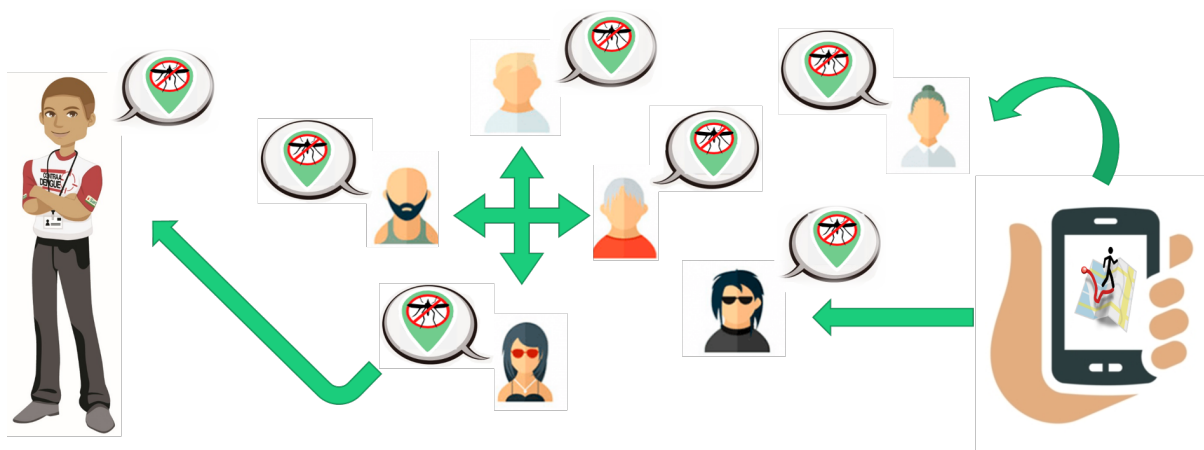


Figura 18: Rede Colaborativa

O DENGOSA atuará como um intermediário entre a população, as equipes de profissionais de combate ao foco de dengue e os gestores do governo. Portanto, trata-se de uma aplicação simples e objetiva, para uma maior adesão da população e dos outros envolvidos no processo de supressão dos focos de dengue.

A vantagem de conectar a este aplicativo social *mobile* é a possibilidade do cruzamento das informações epidêmicas com as denúncias de focos de dengue. Isso complementa e enriquece as informações usadas na tomada de decisão, além de facilitar a comunicação das equipes de endemias com a população. Tais serviços externos apresentam grande impacto na qualidade de vida da população brasileira.

Este sistema é um dos componentes do NextSAÚDE, um projeto financiado pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUN-CAP) no ano de 2016. O NestSAÚDE foi desenvolvido no Laboratório de Redes de Computadores e Sistemas Multimídia (LAR-A), um grupo de pesquisa registrado no CNPq. O objetivo da plataforma NextSAÚDE foi desenvolver soluções especializadas e gerar inovações tecnológicas de interoperabilidade para o Sistema Único Saúde (SUS). Essa plataforma de interoperabilidade disponibiliza, principalmente, serviços de regulação, farmácia, e acolhimento do paciente nas unidades básicas de saúde, adaptados às necessidades do Ministério da Saúde (OLIVEIRA, 2016).

Um protótipo do DENGOSA está sendo implantado no município de Aracati,

resultado do amadurecimento profissional na realização desse trabalho, uma vez que é visível a importância do conhecimento e da aplicação de metodologias e tecnologias desenvolvidas na implementação desta solução.

Referências

- ANDERSON, R. *Security engineering*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2008. Citado na página 22.
- ARAÚJO, Y. B. de et al. Sistemas de informação em saúde: inconsistências de informações no contexto da atenção primária. *Journal of Health Informatics*, v. 8, n. 5, 2016. Citado na página 14.
- CAVALCANTE, R. B.; FERREIRA, M. N.; SILVA, P. C. Sistemas de informação em saúde: possibilidades e desafios. *Revista de Enfermagem da UFSM*, v. 1, n. 2, p. 290–299, 2011. Citado na página 38.
- CODECO, C. et al. Infodengue: a nowcasting system for the surveillance of dengue fever transmission. *bioRxiv*, Cold Spring Harbor Labs Journals, p. 046193, 2016. Citado na página 33.
- DATASUS. *Gerenciador de Ambiente Laboratorial - GAL*. 2017. <http://gal.datasus.gov.br/GALL/index.php>. Accessed: 2017-03-15. Citado na página 38.
- DAVIS, C.; CÂMARA, G. Arquitetura de sistemas de informação geográfica. *Introdução à ciência da geoinformação*. São José dos Campos: INPE, 2001. Citado na página 39.
- DESERTOT, M.; DONSEZ, D.; LALANDA, P. A dynamic service-oriented implementation for java ee servers. In: IEEE. *2006 IEEE International Conference on Services Computing (SCC'06)*. [S.l.], 2006. p. 159–166. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 20.
- DIKANSKI, A.; ABECK, S. Towards a reuse-oriented security engineering for web-based applications and services. In: CITESEER. *Proc. Seventh International Conference on Internet and Web Applications and Services (ICIW 2012)*, Stuttgart. [S.l.], 2012. p. 282–285. Citado na página 24.
- DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. *PORTARIA Nº 940, DE 28 DE ABRIL DE 2011*. Brasil, 2011. Regulamenta o Sistema Cartão Nacional de Saúde (Sistema Cartão). Citado na página 49.
- DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO SEÇÃO 1. *Lei nº 6.259, de 30 de Outubro de 1975*. Brasil, 1975. 14433 p. Dispõe sobre a organização das ações de Vigilância Epidemiológica, sobre o Programa Nacional de Imunizações, estabelece normas relativas à notificação compulsória de doenças, e dá outras providências. Citado na página 26.
- FÆGRI, T. E.; HALLSTEINSEN, S. A software product line reference architecture for security. In: *Software Product Lines*. [S.l.]: Springer, 2006. p. 275–326. Citado na página 23.

FERNANDEZ, E. B.; PERNUL, G.; LARRONDO-PETRIE, M. M. Patterns and pattern diagrams for access control. In: SPRINGER. *International Conference on Trust, Privacy and Security in Digital Business*. [S.l.], 2008. p. 38–47. Citado na página 23.

FERREIRA, G. *Análise espaço-temporal da distribuição dos casos de dengue na cidade do Rio de Janeiro no período de 1986 a 2002*. [S.l.]: Universidade Federal do Rio de Janeiro Rio de Janeiro, 2004. Citado na página 13.

FILHO, J. L.; IOCHPE, C. Introdução a sistemas de informações geográficas com Ênfase em banco de dados. In: *Introdução a Sistemas de Informações Geográficas com Ênfase em Banco de Dados*. [S.l.: s.n.], 1996. Citado na página 14.

FREEMAN, A. Pro asp. net mvc 5 platform. In: *Pro ASP. NET MVC 5 Platform*. [S.l.]: Springer, 2014. p. 3–8. Citado na página 17.

GOLDBAUM, M. Vigilância da saúde. *Anais do Seminário de Vigilância Epidemiológica; 1992 dez*, v. 1, p. 57–62, 1993. Citado na página 24.

GOMIDE, J. et al. Dengue surveillance based on a computational model of spatio-temporal locality of twitter. In: ACM. *Proceedings of the 3rd international web science conference*. [S.l.], 2011. p. 3. Citado na página 34.

Hibernate Community. *Hibernate ORM*. 2017. <http://hibernate.org/orm/>. Accessed: 2016-06-15. Citado na página 58.

HONÓRIO, N. A. et al. Spatial evaluation and modeling of dengue seroprevalence and vector density in rio de janeiro, brazil. *PLoS Negl Trop Dis*, Public Library of Science, v. 3, n. 11, p. e545, 2009. Citado na página 34.

Info Dengue. *Situação da Dengue no Rio de Janeiro*. 2017. <https://info.dengue.mat.br/alerta/rio/>. Accessed: 2016-06-15. Citado 2 vezes nas páginas 8 e 35.

LEÃO, B. de F.; COSTA, C. G. A. da; FORMAN, J. L. Manual de certificação para sistemas de registro eletrônico em saúde. 2007. Citado na página 23.

LESSA, F. J. D. et al. Novas metodologias para vigilância epidemiológica: uso do sistema de informações hospitalares-sih/sus. *Informe Epidemiológico do SUS*, Centro Nacional de Epidemiologia/Fundação Nacional de Saúde/Ministério da Saúde, v. 9, p. 3–19, 2000. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 25.

MCCLANAHAN, C.; BURNS, E.; KITAIN, R. *Javaservertm faces specification. v1. 0*, 2004. Citado na página 19.

MELO, A.; LUCKOW, D. Programação java para a web. *Novatec, São Paulo, SP*, 2012. Citado na página 19.

MILINOVICH, G. J. et al. Internet-based surveillance systems for monitoring emerging infectious diseases. *The Lancet infectious diseases*, Elsevier, v. 14, n. 2, p. 160–168, 2014. Citado na página 32.

NEGREIROS, M. et al. Integração de sistemas computacionais e modelos logísticos de otimização para prevenção e combate à dengue. *Pesquisa Operacional*, SciELO Brasil, v. 28, n. 1, p. 1–27, 2008. Citado na página 35.

NEGREIROS, M. et al. *Optimization models, statistical and dss tools for prevention and combat of dengue disease*. [S.l.]: INTECH Open Access Publisher, 2011. Citado 3 vezes nas páginas 8, 36 e 37.

NYAMTEMA, A. S. Bridging the gaps in the health management information system in the context of a changing health sector. *BMC medical informatics and decision making*, BioMed Central, v. 10, n. 1, p. 36, 2010. Citado na página 14.

OLIVEIRA, A. M. B. de. *PROJETO NEXTSAUDE RELATÓRIO TÉCNICO (Dradt 04)*. 2016. <https://amaurooliveira.files.wordpress.com/2016/04/2016-mai20-projeto-nextsaude-relatc3b3rio-tc3a9cnico-draf-05.pdf>. [Online; accessed 14-June-2016]. Citado na página 62.

Open Street Map Group. *Open Street Map: An openly licensed map of the world being created by volunteers using local knowledge GPS tracks and donated sources*. 2017. <http://www.openstreetmap.org>. [Acessado: 2017-03-03]. Citado na página 54.

PILGRIM, P. A. *Java EE 7 Developer Handbook*. [S.l.]: Packt Publishing Ltd, 2013. Citado na página 20.

SALEH, H.; CHRISTENSEN, A. L.; WADIA, Z. Jsf 2.2: What's new? In: *Pro JSF and HTML5*. [S.l.]: Springer, 2013. p. 123–143. Citado na página 19.

SCHUMACHER, M. et al. *Security Patterns: Integrating security and systems engineering*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2013. Citado na página 22.

Secretaria de Vigilância em Saúde. *Guia de vigilância epidemiológica*. [S.l.]: Ministério da Saúde Brasília, 2009. Citado 8 vezes nas páginas 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31 e 32.

TAUIL, P. L. Aspectos críticos do controle do dengue no brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, scielosp, v. 18, p. 867 – 871, 06 2002. ISSN 0102-311X. Citado na página 13.

The PostgreSQL Global Development Group. *PostgreSQL Documentation*. 2017. <https://www.postgresql.org/docs/9.5/static/index.html>. Accessed: 2016-06-14. Citado na página 58.

WALLINGA, J.; LIPSITCH, M. How generation intervals shape the relationship between growth rates and reproductive numbers. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, The Royal Society, v. 274, n. 1609, p. 599–604, 2007. Citado na página 34.

Anexos

ANEXO A - Fichas de Notificação de Dengue e Chikungunya

SINAN

República Federativa do Brasil **SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO**
Ministério da Saúde **FICHA DE INVESTIGAÇÃO DENGUE** Nº

CASO SUSPEITO: pessoa que viva ou tenha viajado nos últimos 14 dias para área onde esteja ocorrendo transmissão de dengue ou tenha presença de *Ae. aegypti* que apresenta febre, usualmente entre 2 e 7 dias, e apresente duas ou mais das seguintes manifestações: náuseas, vômitos, exantema, mialgias, artralgia, cefaléia, dor retroorbital, petéquias ou prova do laço positiva e leucopenia.

Dados Gerais	1 Tipo de Notificação 2 - Individual		2 Agravo/doença DENGUE		Código (CID10) A 90		3 Data da Notificação			
	4 UF		5 Município de Notificação		Código (IBGE)					
	6 Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora)					Código		7 Data dos Primeiros Sintomas		
	8 Nome do Paciente							9 Data de Nascimento		
Notificação Individual	10 (ou) Idade 1 - Hora 2 - Dia 3 - Mês 4 - Ano		11 Sexo M - Masculino F - Feminino 1 - Ignorado		12 Gestante 1-1º Trimestre 2-2º Trimestre 3-3º Trimestre 4- Idade gestacional Ignorada 5-Não 6- Não se aplica 9- Ignorado		13 Raça/Cor 1-Branca 2-Preta 3-Amarela 4-Parda 5-Indígena 9- Ignorado			
	14 Escolaridade 0-Analfabeto 1-1ª a 4ª série incompleta do EF (antigo primário ou 1º grau) 2-4ª série completa do EF (antigo primário ou 1º grau) 3-5ª a 8ª série incompleta do EF (antigo ginásio ou 1º grau) 4-Ensino fundamental completo (antigo ginásio ou 1º grau) 5-Ensino médio incompleto (antigo colegial ou 2º grau) 6-Ensino médio completo (antigo colegial ou 2º grau) 7-Educação superior incompleta 8-Educação superior completa 9-Ignorado 10- Não se aplica									
	15 Número do Cartão SUS				16 Nome da mãe					
Dados de Residência	17 UF		18 Município de Residência		Código (IBGE)		19 Distrito			
	20 Bairro		21 Logradouro (rua, avenida,...)					Código		
	22 Número		23 Complemento (apto., casa, ...)					24 Geo campo 1		
	25 Geo campo 2		26 Ponto de Referência					27 CEP		
	28 (DDD) Telefone		29 Zona 1 - Urbana 2 - Rural 3 - Periurbana 9 - Ignorado		30 País (se residente fora do Brasil)					
	Dados laboratoriais e conclusão									
Dados laboratoriais	Inv. 31 Data da Investigação		32 Ocupação							
	33 Exame Sorológico (IgM) Data da Coleta		34 Resultado 1 - Reagente 2 - Não Reagente 3 - Inconclusivo 4 - Não Realizado				35 Exame NS1 Data da Coleta		36 Resultado 1- Positivo 2- Negativo 3- Inconclusivo 4 - Não realizado	
	37 Isolamento Viral Data da coleta		38 Resultado 1- Positivo 2- Negativo 3- Inconclusivo 4 - Não realizado		39 RT-PCR Data da Coleta		40 Resultado 1 - Positivo 2 - Negativo 3 - Inconclusivo 4 - Não Realizado			
	41 Sorotipo 1- DEN 1 2- DEN 2 3- DEN 3 4- DEN 4		42 Histopatologia Resultado 1- Positivo 2- Negativo 3- Inconclusivo 4 - Não realizado		43 Imunohistoquímica Resultado 1- Positivo 2- Negativo 3- Inconclusivo 4 - Não realizado					
	44 Classificação 5- Descartado 11- Dengue com sinais de alarme 10- Dengue 12- Dengue Grave					45 Critério de Confirmação/Descarte 1 - Laboratório 3 - Em Investigação 2 - Clínico-Epidemiológico				
	Conclusão									
46 Local Provável de Infecção (no período de 15 dias) O caso é autóctone do município de residência? 1-Sim 2-Não 3-Indeterminado										
47 UF		48 País		49 Município		Código (IBGE)		50 Distrito		51 Bairro
52 Doença Relacionada ao Trabalho 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado					53 Evolução do Caso 1-Cura 2- Óbito por dengue 3- Óbito por outras causas 4- Óbito em investigação 9- Ignorado					
54 Data do Óbito					55 Data do Encerramento					

Dengue
Sinan Online
SVS 11/12/2013