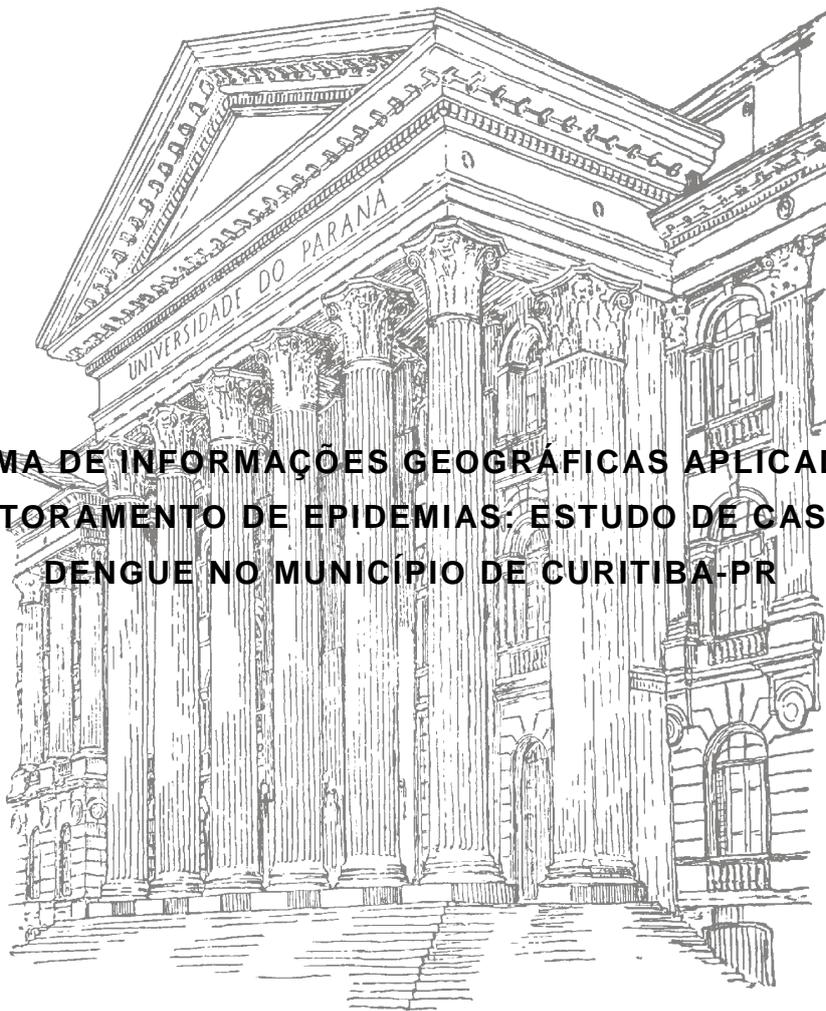


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA  
DEPARTAMENTO DE GEOMÁTICA  
CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA

**SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADO AO  
MONITORAMENTO DE EPIDEMIAS: ESTUDO DE CASO DA  
DENGUE NO MUNICÍPIO DE CURITIBA-PR**



CURITIBA

2016

RENATA SCARSI

**SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADO AO  
MONITORAMENTO DE EPIDEMIAS: ESTUDO DE CASO DA  
DENGUE NO MUNICÍPIO DE CURITIBA-PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Cartógrafa e Agrimensora, Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Departamento de Geomática, Setor de Ciências da Terra, da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Luciene Stamato Delazari.

Co-orientador: Prof. MSc. Leonardo Ercolin Filho.

CURITIBA

2016

*Aos meus pais e irmãos, que de maneira plena sempre apoiaram os meus sonhos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concebido tantas oportunidades na vida, e nunca ter falhado em minhas orações.

Aos meus pais, João Carlos Scarsi e Maria Lourdes Trindade da Silva Scarsi, pelo amor incondicional e apoio aos meus sonhos, nunca me deixando desistir daquilo que mais almejava. Aos meus irmãos, Marina Scarsi e Jeferson Scarsi, por todos esses anos de companheirismo. A presença diária de vocês me fez falta nesses cinco anos longe de casa.

Ao meu namorado Henrique Zimpel Santos, que durante este período aturou meu desânimo e minhas reclamações quase que diariamente, sempre me confortando com palavras amáveis e animadoras.

Aos meus orientadores, Prof<sup>a</sup>. Dra. Luciene Stamato Delazari e Prof. MSc. Leonardo Ercolin Filho, pela competência e comprometimento em me orientar na elaboração deste trabalho.

Aos meus colegas de trabalho, Ari Cristiano Raimundo e Thiago Chaves de Oliveira, pela paciência e ajuda nas mais diversas etapas do desenvolvimento deste projeto.

Ao meu chefe de estágio, Everton Leandro Nubiato, por todo o apoio recebido, não somente durante este projeto, mas também nos dois anos de estágio. Obrigada por me dar a oportunidade de introduzir ao mundo do desenvolvimento de TI.

A empresa Engefoto S.A. e ao IPPUC por me conceberem subsídios necessários para a realização deste projeto.

A todos os meus amigos, pelos momentos de apoio e descontração durante todo esse percurso de cinco anos de faculdade. Assim como disse Ricardo Fischer “Um homem sem amigos é um homem sem histórias [...]”, sou muito grata de ter histórias o suficiente para escrever um livro.

A todos aqueles que de alguma maneira me ajudaram, não só com este projeto, mas durante todos esses anos que estive me dedicando aos estudos longe da minha família.

*“A vitória é sempre possível para a pessoa que se recusa a parar de lutar”. (Napoleon Hill)*

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de uma solução baseada em análises espaciais para auxiliar os gestores da saúde pública no entendimento da distribuição de incidências de doenças pelo território. Para isto foram utilizados dados de ocorrências de Dengue no município de Curitiba-PR, disponibilizados nos boletins epidemiológicos no site da Secretaria Municipal de Saúde de Curitiba-PR. Verificou-se que análises espaciais de incidências de doenças pelos limites administrativos da cidade por meio do SIG são de extrema importância, pois a visualização espacial permite o entendimento da influência de aspectos ambientais e socioeconômicos como vetores de desencadeamento de epidemias. Estes dados utilizados não informavam a natureza do caso da doença, por isso não foi possível diferenciar casos autóctones de casos importados, dificultando a análise do estudo de caso. Tal ferramenta servirá de apoio à tomada de decisões, beneficiando não somente aos gestores públicos, mas também aos próprios usuários da rede pública de saúde.

Palavras-chave: Banco de Dados; Sistemas de Informações Geográficas; Saúde Pública; Epidemiologia.

## **ABSTRACT**

This research has as objective to present a solution based on spatial analysis to assist public health managers in understanding the distribution of disease's incidence across the territory. To accomplish this it was used data of Dengue occurrences in the city of Curitiba-PR, available in the epidemiological bulletins on the website of the Municipal Health Secretariat of Curitiba-PR. It was possible to concluded that the spatial analysis of disease's incidence in the administrative limits of the city through GIS are extremely important, since spatial visualization allows the understanding of the influence of environmental aspects and socioeconomic variables as vectors for triggering epidemics. These data did not inform the nature case of the disease, so it was not possible to differentiate autochthonous cases from imported cases, making it difficult to analyze the case study. This Add-In will serve as support for making decisions, benefiting not only public managers, but also the public health network users.

Keywords: Databases; Geographic Information Systems; Public Health; Epidemiology.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - COMPONENTES DE UM SIG.....	24
FIGURA 02 - PARADIGMA DOS QUATRO UNIVERSOS.....	25
FIGURA 03 - REPRESENTAÇÃO UML DE CLASSE E SEUS ATRIBUTOS E MÉTODOS.....	31
FIGURA 04 - TIPOS DE RELACIONAMENTO UML.....	31
FIGURA 05 - EXEMPLO DE ASSOCIAÇÃO REFLEXIVA.....	32
FIGURA 06 - EXEMPLO DE ASSOCIAÇÃO BINÁRIA.....	32
FIGURA 07 - EXEMPLO DE ASSOCIAÇÃO N-ÁRIA.....	32
FIGURA 08 - EXEMPLO DE MULTIPLICIDADE.....	33
FIGURA 09 - EXEMPLO DE ASSOCIAÇÃO.....	33
FIGURA 10 - EXEMPLO DE GENERALIZAÇÃO.....	33
FIGURA 11 - EXEMPLO DE INCLUDE.....	34
FIGURA 12 - EXEMPLO DE EXTEND.....	34
FIGURA 13 - EXEMPLO DE LIMITES DA AÇÃO.....	35
FIGURA 14 - EXEMPLO DE MAPA GERADO PELO PROJETO MAPA DA SAÚDE.....	39
FIGURA 15 - ATIVIDADES DESENVOLVIDAS EM CURITIBA-PR PARA CONTROLE DA DENGUE.....	41
FIGURA 16 - INTERFACE DO SISTEMA DEUZICACHICO.....	42
FIGURA 17 - INTERFACE DO SISTEMA CAÇA MOSQUITO.....	43
FIGURA 18 - INTERFACE DO SISTEMA BUSCADENGUE.....	43
FIGURA 19 - INTERFACE DO SISTEMA INFODENGUE.....	44
FIGURA 20 - VARIÁVEIS VISUAIS PARA FENÔMENOS QUANTITATIVOS.....	46
FIGURA 21 - VARIÁVEIS VISUAIS PARA FENÔMENOS QUALITATIVOS....	47
FIGURA 22 - DIAGRAMA DAS ETAPAS DO TRABALHO.....	49
FIGURA 23 – INTEGRAÇÃO ENTRE OS COMPONENTES DA SOLUÇÃO...	57
FIGURA 24 – BASE CARTOGRÁFICA.....	59
FIGURA 25 - ZONEAMENTO DE CURITIBA-PR.....	60
FIGURA 26 - MAPA DE DENSIDADE POPULACIONAL NOS DISTRITOS SANITÁRIOS NO CENSO DE 2010 DO IBGE.....	62

FIGURA 27 - MAPA DE RENDA PER CAPITA NOS DISTRITOS SANITÁRIOS NO CENSO DE 2010 DO IBGE. ....	63
FIGURA 28 - GRÁFICO DE FREQUÊNCIA DOS DADOS. ....	65
FIGURA 29 - DIAGRAMA DE CASOS DE USO. ....	68
FIGURA 30 - DIAGRAMA DE CLASSES. ....	69
FIGURA 31 - DIAGRAMA OMT-G.....	71
FIGURA 32 - BARRA DE FERRAMENTAS DO SIG SAÚDE.....	74
FIGURA 33 - LOGIN DO SISTEMA. ....	74
FIGURA 34 - BOTÃO DE ACESSO À FERRAMENTA. ....	75
FIGURA 35 - CADASTRO DAS INCIDÊNCIAS DE DENGUE NAS UNIDADES DE SAÚDE.....	75
FIGURA 36 - BOTÃO DE ACESSO À FERRAMENTA ....	76
FIGURA 37 - ANÁLISE DAS INCIDÊNCIAS DE DENGUE NOS DISTRITOS SANITÁRIOS NO PERÍODO DE 2003 A 2016.....	77
FIGURA 38 - MAPA DE INCIDÊNCIA DE DENGUE NOS DISTRITOS SANITÁRIOS NOS ANOS DE 2003, 2007, 2008 E 2013.....	77
FIGURA 39 - MAPA NORMALIZADO DE INCIDÊNCIA DE DENGUE NOS DISTRITOS SANITÁRIOS NOS ANOS DE 2003, 2007, 2008 E 2013.....	78
FIGURA 40 - MAPAS DAS INCIDÊNCIAS DE DENGUE NOS DISTRITOS SANITÁRIOS.....	79
FIGURA 41 - ZONEAMENTO DE CURITIBA-PR.....	80
FIGURA 42 - MAPA DE INCIDÊNCIA DE DENGUE NOS ANOS DE 2003, 2007, 2008 E 2013 E DENSIDADE DEMOGRÁFICA DE CURITIBA-PR NO CENSO DE 2010 DO IBGE. ....	81
FIGURA 43 - CEMITÉRIOS E ÁREAS VERDES EM CURITIBA-PR EM 2015.....	83
FIGURA 44 - BOTÃO DE ACESSO À FERRAMENTA. ....	84
FIGURA 45 - FERRAMENTA DE RELATÓRIO DE INCIDÊNCIA DE DENGUE EM TODOS OS DISTRITOS SANITÁRIOS NO PERÍODO DE 2003 A 2013. .	84
FIGURA 46 - RELATÓRIO DE INCIDÊNCIA DE DENGUE EM TODOS OS DISTRITOS SANITÁRIOS NO PERÍODO DE 2003 A 2013.....	85

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – FEIÇÕES ESPECÍFICAS DO SISTEMA .....	54
QUADRO 2 – FEIÇÕES DE APOIO DO SISTEMA.....	54
QUADRO 3 – ATRIBUTOS DA FEIÇÃO UNIDADESSAUDE .....	56
QUADRO 4 – ATRIBUTOS DA FEIÇÃO DISTRITOSSANITARIOS .....	56
QUADRO5 – DESCRIÇÃO DAS TABELAS ALFANUMÉRICAS DO SISTEMA... .....	57
QUADRO 6 – ATRIBUTOS DA FEIÇÃO DISTRITOS SANITARIOS. ....	63
QUADRO 07 - NÍVEIS DE MENSURAÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS. ....	72
QUADRO 08 - VARIÁVEIS VISUAIS DOS MAPAS TEMÁTICOS. ....	72
QUADRO 09 – INCIDÊNCIA DE DENGUE NOS DISTRITOS SANITÁRIOS NO PERÍODO DE 2003 A 2013.....	73
QUADRO 10 – ÍNDICE DE INCIDÊNCIA DE DENGUE POR DENSIDADE DEMOGRÁFICA.....	82

## LISTA DE SIGLAS

ACS	–	Agente Comunitário de Saúde
CDTC	–	Centro de Difusão de Tecnologia e Conhecimento
CSA	–	Centro de Saúde Ambiental
DATASUS	–	Departamento de Informática do SUS
DS	–	Distrito Sanitário
IBGE	–	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPPUC	–	Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba
RIPSA	–	Rede Integrada de Informações Para a Saúde
SGBD	–	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SIA	–	Sistema de Informação sobre Serviços e Atendimento
Ambulatoriais		
SIAB	–	Sistema de Informação de Atenção Básica
SIG	–	Sistema de Informações Geográficas
SIH	–	Sistema de Informação de Internações Hospitalares
SINAN	–	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
Obrigatória		
SINASC	–	Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos
SIM	–	Sistema de Informação sobre Mortalidade
SMS	–	Secretaria Municipal de Saúde
SQL	–	<i>Structured Query Language</i>
SUS	–	Sistema Único de Saúde
UML	–	<i>Unified Modeling Language</i>
UPA	–	Unidade de Pronto Atendimento
US	–	Unidade de Saúde

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1	JUSTIFICATIVA.....	18
1.2	OBJETIVOS .....	19
1.2.1	Objetivo Geral.....	19
1.2.2	Objetivos Específicos .....	19
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	19
<b>2.</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>21</b>
2.1	MONITORAMENTO DE EPIDEMIAS .....	21
2.2	SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG).....	23
2.2.1	Objetivos e benefícios do SIG .....	26
2.2.2	Banco de Dados .....	27
2.2.3	Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) .....	28
2.2.4	Modelagem conceitual de dados .....	30
2.2.5	Projeto de SIG .....	35
2.2.6	Desenvolvimento de aplicações baseadas em SIG.....	36
2.3	SIG APLICADO AO MONITORAMENTO DA DENGUE .....	39
2.4	CARTOGRAFIA TEMÁTICA.....	45
<b>3.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>48</b>
3.1	MATERIAIS UTILIZADOS .....	49
3.2	ANÁLISE DO SISTEMA .....	51
3.2.1	Identificação dos Usuários do Sistema.....	51
3.2.2	Levantamento de Requisitos .....	51
3.2.2.1	Processo de armazenamento de dados .....	52
3.3	PROJETO DO SISTEMA.....	52
3.3.1	Modelagem do Sistema .....	53
3.3.2	Estrutura de Dados.....	53
3.3.2.1	Base Cartográfica .....	53
3.3.2.2	Dados Alfanuméricos.....	56

3.4	IMPLEMENTAÇÃO.....	57
3.4.1	Implementação do Add-In no ambiente de desenvolvimento .....	58
3.4.2	Construção do banco de dados.....	58
3.5	Mapas temáticos.....	64
3.5.1	Níveis de Mensuração .....	64
3.5.2	Variáveis visuais .....	64
3.5.3	Método de classificação dos dados.....	65
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E ANÁLISES .....</b>	<b>67</b>
4.1	LEVANTAMENTO DE REQUISITOS .....	67
4.2	MODELAGEM DO SISTEMA .....	68
4.3	MAPAS TEMÁTICOS .....	72
4.4	IMPLEMENTAÇÃO.....	73
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>87</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>89</b>
	<b>APÊNDICE 1 – DESCRIÇÃO DAS TABELAS DO BANCO DE DADOS.....</b>	<b>94</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Assegurada como um direito de todos e um dever do Estado pela Constituição Federal de 1988, a saúde é um dos temas mais polêmicos a serem tratados no Brasil.

É notória a preocupação popular quanto à saúde pública brasileira, sendo um desafio para os governantes manter o Sistema Único de Saúde (SUS) operacional. Segundo Rossi (2015), dados do Ministério da Saúde testam a qualidade do sistema, em que a média nacional ficou em 5,5 numa escala de 0 a 10. Em 20 anos de programa nenhum estado brasileiro atendeu a cobertura prevista, o que acarreta superlotação dos hospitais, e mais insatisfação do povo.

De acordo com Rossi (2015), o maior problema a ser resolvido é o financiamento do SUS, sendo que o Brasil é um dos países que menos investe em saúde, cerca de US\$490,00 por habitante por ano, em comparação com países como Canadá e Inglaterra que investem, respectivamente, mais de US\$4.000,00 e US\$3.000,00 anuais por habitante. Considerando estes números, a realidade da saúde pública no Brasil é preocupante. Ainda assim, Rossi (2015) expõe que “o problema da saúde no Brasil não é apenas o financiamento, mas também a gestão dos recursos”, apontando que não há uma gestão qualificada e eficiente.

Diante da precariedade do serviço ofertado pelo governo, as cidades brasileiras sofrem com doenças infecciosas. Por isso, os estudos epidemiológicos são fundamentais na redução de despesas com tratamento médico e no apoio à priorização de investimentos. (BRITO, 2010).

De acordo com dados de 2013 fornecidos pelo Município de Curitiba-PR ao jornal Gazeta do Povo<sup>1</sup>, a prefeitura recebe anualmente uma verba de cerca de R\$13,8 milhões - R\$9,4 milhões da União e R\$4,4 milhões do Estado do Paraná - e destina uma quantia de até R\$5,5 milhões à área da saúde, totalizando um montante de R\$19,3 milhões. Do total desta verba, R\$7,8 milhões foram destinados à compra de medicamentos para tratar pacientes do SUS. Em

---

<sup>1</sup> AUDI, A. Governo do PR atrasa verba para compra de medicamentos em Curitiba. **Gazeta do Povo**, Curitiba. 21 jan. 2014. Seção Saúde. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/governo-do-pr-atrasa-verba-para-compra-de-medicamentos-em-curitiba-9httnem8dds142l83hocv00um>>.

proporção, o gasto com medicamentos é mais de 40% do total do subsídio destinado à saúde pública do município, restando apenas R\$11,5 milhões por ano para arcar com despesas de infraestrutura, equipamentos e recursos humanos.

Outro ponto de extrema importância é a urbanização. Dados do Censo 2010 do IBGE apontam que cerca de 85% da população no Brasil é urbana e tem uma taxa de crescimento anual de 1,80% - sendo que em Curitiba-PR a porcentagem de urbanização é de 100% e a taxa de crescimento populacional entre 2013 e 2014 foi de 0,84%. Desta maneira, planos de infraestrutura de serviços básicos (como saneamento, abastecimento de água, mobilidade, saúde e lazer) devem acompanhar o crescimento populacional para que se evite o surgimento de epidemias. Segundo Brito (2010), o ponto crítico é a urbanização desenfreada e sem planejamento que acarreta o surgimento de aglomerações de ocupações informais, as favelas, que não gozam dos serviços públicos básicos justamente por não contribuírem com a tributação da cidade e conseqüentemente não constarem no cadastro das prefeituras; logo, para os planos do poder público estes locais não existem.

De fato, uma melhor qualidade de vida da população é produto de uma gestão pública eficiente. E para o controle de epidemias em centros urbanos deve haver uma ação conjunta de setores para prevenção e combate de doenças, e não apenas diagnosticar e tratar pessoas doentes visando a interrupção da transmissão destas doenças. Assim, o poder público teria à disposição mais recursos financeiros para investir na infraestrutura das unidades de saúde, equipamentos e materiais para o tratamento de doenças e recursos humanos para atendimento dos pacientes – como médicos, enfermeiros e assistentes.

Diante deste cenário, Cereda Junior (2016) cita que “Integrando dados de visitas *in loco* e de bases governamentais, variáveis físicas, sociais, ambientais e políticas, utilizando metodologias de análise e tendo os mapas não como apoio pictórico, mas como meio para o entendimento integrado, pode-se não só descrever ou entender um fenômeno, mas possibilitar que pessoas, empresas e os gestores públicos tomem decisões que alterem a vida – e sua qualidade [...]”.

Desta maneira, vale salientar que a importância dos mapas na saúde não é tema de discussão atual. Em 1798, médicos dos Estados Unidos da América (EUA) realizaram a primeira tentativa de construção de um mapa epidemiológico de pessoas infectadas pelo vírus da febre amarela, e, segundo Azevedo *et al.* (2010), descobriram assim a potencialidade dos mapas na identificação de relações entre doenças e seus fatores de causa. Já em 1854, o médico John Snow construiu um mapa de incidência da cólera no distrito de *Soho* em Londres. Na época mais de 600 pessoas morreram por conta da doença em poucos dias, despertando a curiosidade do médico em descobrir o fator desencadeante do surto. Graças ao seu mapa, pode-se encontrar o responsável pelas tantas mortes: a bomba de água de *Broad Street* que estava contaminada com a bactéria *vibrio cholerae* – o agente causador da cólera.

Assim como a cólera na antiga Europa Ocidental, a Dengue no Brasil tem surtos cíclicos, que de acordo com o site do Portal da Saúde do Governo Federal, ocorre a cada três ou cinco anos desde 1986. Os primeiros casos da doença registrados no país, segundo dados do Instituto Oswaldo Cruz, datam do final do século XIX em Curitiba-PR; e relatado no jornal O Globo (2016), os casos de Dengue no Brasil aumentaram em 48% no ano de 2016 em comparação com o ano de 2015, sendo registrados 73.872 casos no país só nas primeiras três semanas do ano.

Por constituir uma doença de grande preocupação no Brasil pelo alto índice de infecção entre a população, o Governo Federal mantém programas de erradicação do *Aedes aegypti* – que é o vetor da Dengue– desde 1955, com a criação de departamentos especializados no combate ao mosquito (BRAGA *et al.*, 2007). Recentemente foi criado um programa chamado InfoDengue<sup>2</sup> – que é uma parceria entre a Escola de Matemática Aplicada da Fundação Getúlio Vargas com o Instituto Oswaldo Cruz – que desenvolveu um sistema de vigilância nacional da Dengue através de mapas temáticos das incidências da doença distribuídas pelas cidades dos estados do Rio de Janeiro e Paraná. (OLINDA, 2016).

Desta maneira, o projeto desenvolvido neste trabalho serve como ferramenta de apoio ao planejamento de ações de controle, combate e

---

<sup>2</sup> Link para acesso ao programa: <<https://info.Dengue.mat.br/>>.

prevenção de epidemias – como a Dengue – por constituir em uma solução baseada em Sistema de Informações Geográficas e Banco de Dados Geográficos, que permite análise visual da distribuição de incidência de doenças pelo território do município.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Atualmente, o monitoramento de epidemias na saúde pública de Curitiba-PR - assim como surtos de Dengue - é realizado por profissionais responsáveis por esta atividade nos distritos sanitários e na Secretaria Municipal de Saúde, e se dá através de dados representados em tabelas, gráficos e mapas na sua forma analógica. Contudo, estes subsídios não permitem que sejam realizadas análises integradas de todos os dados. Por outro lado, um SIG permite ao usuário visualizar a distribuição espacial da epidemia e ao mesmo tempo ter acesso aos dados alfanuméricos atrelados às geometrias representadas no sistema, otimizando tempo e recursos financeiros e humanos designados a esta tarefa.

Com a utilização de um SIG, a gestão da saúde pública pode alcançar eficiência operacional, proporcionando maior agilidade no combate e prevenção de doenças (como a Dengue), pois é possível analisar aspectos sociais e ambientais - que podem estar relacionados com agentes causadores de epidemias - de forma mais simples e clara, já que a interpretação de dados representados de maneira gráfica se dá visualmente, diferentemente de dados representados em tabelas alfanuméricas, que necessitam de maior tempo e atenção na interpretação, pois podem envolver cálculos no processo. Assim, os gestores da saúde pública podem tomar decisões com base nas informações fornecidas pelos mapas gerados, agilizando o procedimento de planejamento de ações de combate e prevenção de surtos de Dengue e demais doenças.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma solução para cadastrar, gerar mapas temáticos e relatórios de incidências de doenças nas unidades de saúde que permita visualizar e analisar o comportamento de doenças pelo território. Como estudo de caso, serão analisados os dados da Dengue no município de Curitiba-PR nos anos de 2003 a 2013.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Com base no objetivo geral, o presente trabalho tem como objetivos específicos desenvolver as seguintes atividades:

- a) Definir os requisitos da solução, ou seja, as necessidades dos gestores da saúde pública que o utilizarão nos distritos sanitários e na Secretaria Municipal de Saúde, bem como as funcionalidades que irão atender estas necessidades;
- b) Modelar e implementar a solução, utilizando diagramas UML (*Unified Modeling Language*), bibliotecas ArcObjects, e linguagem de programação C#; e
- c) Verificar os resultados obtidos por meio do estudo de caso de incidência de Dengue no município de Curitiba-PR, nos anos de 2003, 2007, 2008 e 2013.

## 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em 5 capítulos. O primeiro capítulo apresenta as considerações iniciais, bem como motivação para o desenvolvimento da pesquisa, e os objetivos a serem alcançados. O segundo capítulo apresenta a revisão da literatura utilizada como base para o desenvolvimento do trabalho apresentando definições de monitoramento de epidemias, objetivos dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e a

modelagem conceitual dos dados, e a aplicação dos SIGs ao monitoramento da Dengue. O terceiro capítulo relaciona os materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento do módulo de extensão para ArcGIS (*Add-In*), que inclui os softwares e dados utilizados, a análise do sistema, o projeto e a implementação. O quarto capítulo apresenta os resultados gerados e suas análises, aplicados a um estudo de caso da Dengue no Município de Curitiba-PR no período de 2003 a 2013. Por fim, o quinto capítulo trata das considerações finais do escopo desenvolvido, bem como as sugestões de continuidade para melhorias do sistema.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 MONITORAMENTO DE EPIDEMIAS

O termo monitoramento de epidemias, ou vigilância epidemiológica, consiste em um conjunto de ações que envolvem o processo contínuo de coleta, análise, interpretação e disseminação de informação com a finalidade de proporcionar o conhecimento, a detecção ou prevenção de qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes de saúde individual ou coletiva, visando recomendar e adotar as medidas de prevenção e controle das doenças ou agravos. (ASSIS, 2013).

Estas atividades são desenvolvidas em todos os níveis do sistema de vigilância, desde o municipal até o nacional, e devem ser realizadas de maneira integrada, sendo o nível municipal o principal responsável pela execução das atividades de intervenção a curto prazo. (PEREIRA, 2000).

Segundo Rouquayrol (2006), a investigação de casos e epidemias é uma atividade obrigatória de todo sistema local de vigilância epidemiológica, para que ameaças à saúde sejam detectadas e controladas ainda em seu estágio inicial; evitando, assim, o agravamento de doenças a nível coletivo.

A principal fonte de dados para que o monitoramento de epidemias possa realizar suas ações, consiste na notificação compulsória de doenças e agravos de saúde. Outras fontes também são essenciais para garantir maior qualidade e abrangência de informação, tais como: investigações de casos e surtos, os sistemas de informação, os estudos epidemiológicos, os laboratórios e serviços de saúde, os sistemas sentinelas e organizações comunitárias e a imprensa. (BRAGA, 2009).

Apesar da notificação ser obrigatória, a desarticulação do sistema de vigilância em alguns municípios, com a não garantia de mecanismos que facilitem a notificação e o retorno da informação às fontes notificadoras, aliado ao desconhecimento ou descaso sobre sua importância por parte de profissionais da área de saúde em geral e dos gestores, leva ao sub-registro de doenças, conhecido como sub-notificação. Desta maneira o monitoramento de

epidemias fica prejudicado, por não ter informações suficientes para botar em prática suas atividades. (TEIXEIRA *et al.*, 1998).

As atividades de vigilância epidemiológica no monitoramento permanente da situação de saúde necessitam de informações que permitam surpreender o mais precocemente possível as mudanças nos padrões de morbidade e mortalidade e indicar as medidas de controle pertinentes. A permanente atualização das informações, a sua qualidade e a disponibilidade oportuna são fatores importantes para decisão e ação correspondente. (GIRIANELLI *et al.*, 2009).

Para isto, o Brasil dispõe de uma ampla rede de Sistema de Informação em Saúde de âmbito nacional, com grande parte de suas informações disponível na internet pelo Departamento de Informática do SUS (DATASUS).

Esta rede de sistemas é gerenciada pelo Ministério da Saúde, e é formada pelo Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM), sobre Nascidos Vivos (SINASC), de Agravos de Notificação Obrigatória (SINAN), sobre Serviços e Atendimentos Ambulatoriais (SIA), de Internações Hospitalares (SIH), e o de Atenção Básica (SIAB). (MOTA *et al.*, 2003).

Entre estes sistemas, o mais importante para o monitoramento de epidemias, ou vigilância epidemiológica, é o Sistema de Informação sobre Agravos de Notificação (SINAN). Este sistema foi implantado em 1993, de forma gradual, porém não está solidificado seu uso em todos os estados e municípios, o que resulta numa descoordenação e não acompanhamento de notificações por parte dos gestores de saúde. (BRASIL, 2007).

O SINAN é alimentado pela notificação e investigação de casos de doença e agravos constantes da lista nacional de doenças de notificação compulsória. A entrada de dados é realizada a partir de instrumentos de coleta padronizados, como fichas de notificação. (COELI *et al.*, 2009).

Desta forma, Braga (2009) cita que é essencial o preenchimento dos formulários, a verificação da qualidade de seu preenchimento, a busca de informações incompletas ou imprecisas, a verificação de inconsistências e a eliminação de duplicações para que os dados gerados sejam capazes de fornecer a informação necessária e fidedigna da situação de saúde local para o desencadeamento de ações efetivas de controle.

Em Curitiba, o Conselho Municipal de Saúde de Curitiba-PR possui um programa de combate à Dengue, que é denominado de “Operação Tira Focos – Curitiba contra o Aedes”. Este programa possui ações integradas entre setores da prefeitura, promovendo:

- O monitoramento de Parques, Praças e Cemitérios com limpeza de chafarizes inativos, remoção de lixo e criadouros de praças, parques e bosques, e colocação de areia nos vasos dos cemitérios, além de informar a servidores e população em geral sobre a importância do monitoramento de possíveis focos da doença;
- A remoção de resíduos, promovendo mutirões para recolhimento de entulhos em diversos pontos da cidade.

Desde que o programa foi implantado na cidade houve resultados positivos referentes a casos autóctones de Dengue. Em janeiro de 2016 a Secretaria Municipal de Saúde registrou apenas casos importados da doença, mostrando a eficiência do programa na eliminação de criadouros do mosquito *Aedes aegypti* em todo o município naquele período.

Apesar da eficiência apresentada pelo programa no início do ano de 2016, um novo balanço feito em novembro deste mesmo ano registrou 26 casos autóctones de Dengue no mês, o que mostra que o município tem que permanecer em constante vigilância contra focos da doença.

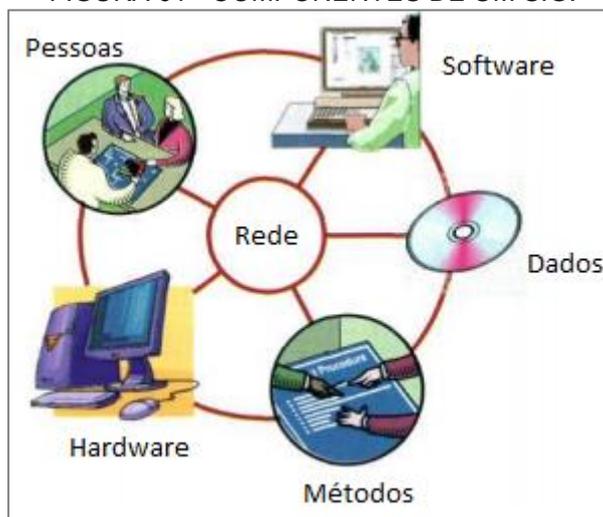
## 2.2 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

De acordo com Burrough (1986), SIG é “um conjunto de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar, e mostrar dados espaciais do mundo real a fim de atender um conjunto de objetivos específicos”.

Câmara *et al.* (2005) evidencia que um sistema de informações geográficas vai além da definição de um sistema de informação, citando que “a principal diferença de um SIG para um sistema de informação convencional é sua capacidade de armazenar tanto os atributos descritivos como as geometrias dos diferentes tipos de dados geográficos”.

Um Sistema de Informações Geográficas (SIG), segundo Longley *et al.* (2005), é formado por seis componentes: *hardware*, *software*, dados, métodos, pessoas e rede (Figura 01).

FIGURA 01 - COMPONENTES DE UM SIG.



FONTE: Adaptado de LONGLEY *et al.* (2005).

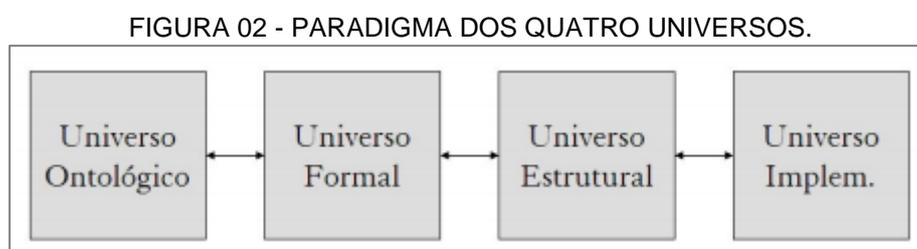
A rede (ou *network*) é, de acordo com Longley *et al.* (2005), o componente mais fundamental de todos, pois sem ela não é possível uma comunicação rápida ou compartilhamento de informações digitais entre os usuários. Uma rede pode ser caracterizada como *Internet*, que é uma rede global que interliga computadores, ou *Intranet*, que é uma rede privada de conexão entre computadores de uma corporação. *Hardware* é o dispositivo que o usuário utiliza para interagir diretamente com as operações do SIG, através da digitação, clique, ou comando de voz, retornando informação na tela ou sons.

*Software*, segundo Longley *et al.* (2005), é o terceiro componente de um SIG, e pode funcionar localmente na máquina do usuário. Pode ser um navegador *Web* padrão, ou pacotes *Desktop* designados à utilização em PC (*Personal Computer*). Os dados são o quarto componente de um SIG, e consistem em uma representação digital de aspectos selecionados de áreas específicas da superfície da Terra utilizada na resolução de problemas ou propósitos científicos.

Em conjunto com os outros quatro componentes, Longley *et al.* (2005) ainda cita os métodos como quinto elemento. Estes devem ser definidos pela gerência da organização que está utilizando o SIG para assegurar que as

atividades estejam dentro do orçamento, mantendo a alta qualidade do serviço, atendendo às necessidades do usuário. Como último componente de um SIG têm-se as pessoas, que têm várias habilidades dependendo das funções que desempenham, e que devem ter conhecimento básico necessário para trabalhar com dados geográficos.

Estes seis componentes interagem entre si de modo que o mundo real seja representado em ambiente gráfico. Esta integração gera o problema fundamental da Geoinformação, que segundo Câmara *et al.* (2005), é a produção de representações computacionais do espaço geográfico e é explicado pelo paradigma dos quatro universos: o Universo Ontológico, o Universo Formal, o Universo Estrutural, e o Universo de Implementação (Figura 02).



FONTE: CÂMARA *et al.* (2005).

O universo ontológico é criado a partir dos conceitos de realidade a serem representados de maneira computacional, da definição das entidades necessárias para descrever o problema estudado. O universo formal é constituído por modelos lógicos que representam e generalizam os conceitos do universo ontológico, pelas abstrações formais necessárias para representar os conceitos do primeiro universo. Já o terceiro universo, o estrutural, mapeia as estruturas de dados geométricas e alfanuméricas, e algoritmos que realizam operações, ou seja, definem-se os tipos de dados e os algoritmos necessários para representar os modelos e as álgebras do universo formal. O último universo, o da implementação, contempla a implementação do sistema, definindo-se as arquiteturas, as linguagens e paradigmas da programação, incluindo o software SIG.

O software SIG, de acordo com Longley *et al.* (2005), é o mecanismo de processamento e um componente vital de um SIG operacional. É constituído por coleções integradas de programas de computador que implementam funções de

processamento geográfico. Três componentes fazem parte de um sistema de software SIG: a interface com o usuário, as ferramentas (funções), e o gerenciador de dados.

O SIG é fundamental na resolução de problemas do mundo real e pode ser utilizado em diversas áreas como ferramenta de apoio, por exemplo, em localização de referências na paisagem urbana, padrões de ocorrências de fenômenos, tendências ou simulações de fenômenos, condições de mobilidade, entre outras finalidades que estão descritas no próximo item.

### 2.2.1 Objetivos e benefícios do SIG

Segundo RIPSÁ (2000), os objetivos da implementação de um SIG, em geral, são identificados como:

- Visualizar informações: o SIG disponibiliza diversas formas de apresentação de informações, desde informações que se remetem a uma localidade apenas até trajetórias de mudanças espaciais de um fenômeno;
- Organizar e georreferenciar dados: o SIG se constitui de um poderoso organizador dos dados georreferenciados, permitindo combinar vários tipos diferentes de dados a fim de gerar diversas informações;
- Integrar dados: os dados são armazenados no SIG em camadas e podem ser manipulados em conjunto;
- Analisar os dados: o SIG disponibiliza ferramentas que permitem que os dados sejam transformados em informações, de acordo com a necessidade do usuário;
- Criar cenários: é possível realizar análise de séries históricas e modelos, a fim de estudar o comportamento do fenômeno e planejar ações futuras.

Apesar da implementação de um SIG em longo prazo ser um processo caro, Léon (2007) afirma que a decisão de implementá-lo ou não deve ser baseada na análise de custo-benefício, levando em consideração os seguintes benefícios proporcionados pela utilização de um SIG:

- Melhor armazenamento e atualização dos dados;
- Recuperação de informações de forma mais eficiente;
- Produção de informações mais precisas;
- Rapidez na análise de alternativas; e
- Vantagem de decisões mais acertadas.

Desta maneira, cabe ao usuário analisar a eficiência da elaboração e da utilização de um SIG para sua necessidade, fazendo um planejamento das atividades envolvidas no processo.

### 2.2.2 Banco de Dados

De acordo com a definição de Date (2000),

[...] um sistema de banco de dados é basicamente um sistema computadorizado de armazenamento de registros; isto é, um sistema computadorizado cujo propósito geral é armazenar informações e permitir ao usuário buscar e atualizar estas informações quando solicitado. As informações em questão podem ser qualquer coisa que tenha significado para o indivíduo ou a organização a que o sistema deve servir – em outras palavras, tudo o que seja necessário para auxiliar no processo geral de tomada de decisões.

Segundo Teorey *et.al.* (2007), banco de dados é “uma coleção de dados armazenados e inter-relacionados, que atende às necessidades de vários usuários dentro de uma ou mais organizações, ou seja, coleções inter-relacionadas de muitos tipos diferentes de tabelas”.

Um banco de dados é formado por atributos, linhas, e tabelas, e se comporta mais complexamente que um simples arquivo que é constituído de uma coleção de registros de um mesmo tipo. Ele permite acessos rápidos, classificações e reorganizações de milhões de registros; pode conter diferentes tipos de mídia, e admitir múltiplas indexações aos dados, pois cada registro, além dos dados em si, contém uma série de campos com valores definidos pelo usuário. (MANOVICH, 2001).

Desta maneira, algumas características e funcionalidades podem ser descritas, de acordo com Bezerra (2010), da seguinte forma:

- Armazenar dados: um banco de dados se comporta como um repositório;
- Pesquisar, alterar, incluir ou excluir dados: os dados são comumente modificados;
- Velocidade e segurança: as alterações nos dados armazenados no banco são realizadas de maneira rápida e os dados podem ser protegidos por senha;
- Compartilhamento, independência e controle de dados: os dados podem ser compartilhados; assim, diversas aplicações podem acessá-los;
- Suporte a transação e integridade de dados: um banco de dados trabalha com transações. Uma transação controla a execução de alterações, deleções ou inserções que ocorrem nos dados e, caso aconteça qualquer falha, a transação inteira pode ser cancelada.

É importante também, no âmbito de banco de dados, diferenciar dados de informação. “Dados são compostos por *bytes* e ficam armazenados nas bases de dados” (BEZERRA, 2010). Já as informações são fatos sobre os dados, ou como Date (2000) cita, “para que consigamos inferir fatos adicionais sobre os dados, temos que conseguir interpretá-los, logo precisamos conhecer esses dados”, e é a partir disto que os dados se tornam informações. Resumidamente, o que fica armazenado no banco de dados são somente os dados, e as interpretações que são feitas sobre estes dados é o que geram as informações.

Desta maneira, os bancos de dados são apenas um dos componentes de um sistema de informações; porém são essenciais para a vida de uma organização, porque dados estruturados são recursos essenciais de todas as organizações, incluindo não somente grandes empresas, mas também pequenas companhias e usuários individuais. (BATINI, 1992).

Este componente necessita ser gerenciado para que sua manipulação seja possível, para isto existem os Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD).

### 2.2.3 Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD)

Um SGBD é um sistema de software genérico para manipular banco de dados (TEOREY *et al.*, 2007). Ele admite uma visão lógica; visão física; linguagem de definição dos dados (LDD); linguagem de manipulação dos dados (LMD); e utilitários de gerenciamento de transação e controle de concorrência, integridade de dados, recuperação de falhas e segurança.

O tipo dominante de SGBD é o relacional, que fornece maior grau de independência de dados, facilitando a conversão e a reorganização do banco de dados, mas existem ainda outros tipos de sistemas, como o hierárquico, em rede, e o orientado a objetos. No SGBD relacional os dados são armazenados em tabelas e elas se comunicam entre si por dados em comum, as chamadas chaves primárias. Estes dados armazenados podem ser modificados sem comprometer toda a estrutura do banco de dados.

O SGBD utilizado para a realização deste trabalho é do tipo objeto-relacional, também chamado de extensível, que, segundo Câmara *et al.* (2005), contém funcionalidades e procedimentos que permitem armazenar, acessar e analisar dados espaciais de formato vetorial. Um SGBD objeto-relacional oferece também, de acordo com Câmara *et al.* (2005), “recursos para a definição de novos tipos de dados e de novos métodos ou operadores para manipular esses tipos, estendendo assim seu modelo de dados e sua linguagem de consulta”.

Desta maneira, um SGBD objeto-relacional é o mais adequado para se tratar de dados geográficos - que são mais complexos - pois, segundo Câmara *et al.* (2005), aliado a uma extensão para tratar dados espaciais, possui as seguintes características:

- Fornecer tipos de dados espaciais (TDEs), como ponto, linha e região, em seu modelo de dados e manipulá-los assim como os tipos alfanuméricos básicos (inteiros, *strings*, etc);
- Estender a linguagem de consulta SQL para suportar operações e consultas espaciais sobre TDEs;
- Adaptar outras funções de níveis mais internos para manipular TDEs eficientemente, tais como métodos de armazenamento e acesso (indexação espacial) e métodos de otimização de consultas (junção espacial).

O módulo de extensão que trata dados espaciais permite ao banco de dados se tornar um repositório de dados para o SIG, definindo funções que permitam consultas e manipulações de dados espaciais através de comandos SQL (*Structured Query Language*). (CDTC, 2006).

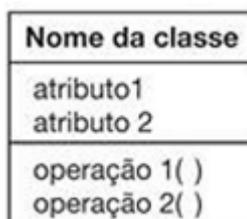
#### 2.2.4 Modelagem conceitual de dados

A modelagem de dados conceitual é, de acordo com Teorey *et.al.* (2007), o principal componente do projeto lógico do banco de dados; e, segundo Date (2000) “é uma definição abstrata, autônoma e lógica dos objetos, operadores e outros elementos que, juntos, constituem a máquina abstrata com a qual os usuários interagem”. “Um modelo abstrai o mundo real e modela-o dentro das limitações formais que conceberão o banco de dados” (BEZERRA, 2010). Para conceber a abstração do mundo real, existem duas técnicas de modelagem de dados conceitual: a ER (Entidade-Relacionamento) e a UML (*Unified Modeling Language*).

A técnica ER utiliza retângulos para especificar entidades, e losangos para representar os diversos tipos de relacionamentos, que se diferenciam por números ou letras alocadas nas linhas que conectam os losangos ou retângulos. A técnica UML é semelhante à ER em formato e semântica, se parecendo com fluxogramas. Existem diversos tipos de diagramas UML que podem ser utilizados para diferentes finalidades, como o diagrama de classes e o diagrama de casos de uso.

O diagrama de classes representa as classes em retângulos podendo conter atributos e operações (ou métodos), sendo o retângulo subdividido em três compartimentos horizontais. O compartimento superior contém o nome da classe, o compartimento intermediário contém seus atributos e o compartimento inferior contém os nomes das operações – que ainda pode agregar os argumentos das operações em parênteses, como mostrado na Figura 03.

FIGURA 03 - REPRESENTAÇÃO UML DE CLASSE E SEUS ATRIBUTOS E MÉTODOS.



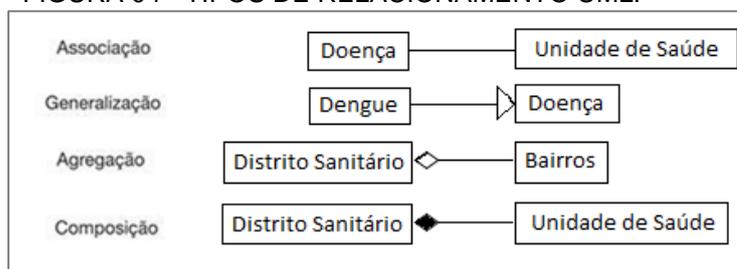
FONTE: Teorey *et. Al* (2007).

As classes podem se relacionar de diversas maneiras:

- Associação: é a forma mais genérica de relacionamento entre classes. É representada como uma linha simples que liga duas classes;
- Generalização: indica qual é a classe mais genérica. É representada por uma linha sólida com uma seta vazia apontando para a classe mais geral;
- Agregação: indica associações “parte de”, em que as partes têm existência independente. É representada por uma linha sólida com um losango vazio conectado à classe que mantém as partes;
- Composição: também indica “parte de”, porém as partes são estritamente possuídas. É representada por uma linha sólida com um losango sólido conectado à classe que possui as partes.

Os exemplos de relacionamentos de classes podem ser visualizados na Figura 04.

FIGURA 04 - TIPOS DE RELACIONAMENTO UML.

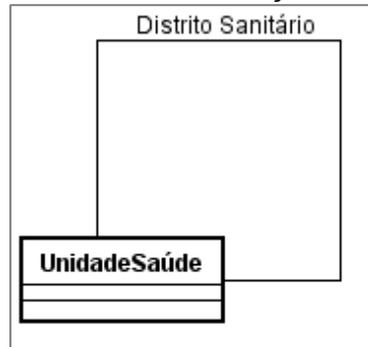


FONTE: A autora (2016).

As associações entre classes podem ser reflexivas, binárias ou n-árias. As associações reflexivas relacionam uma classe com ela mesma (Figura 05).

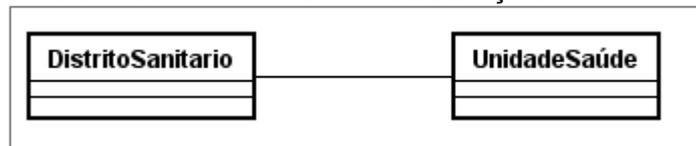
Uma associação binária é um relacionamento entre duas classes (Figura 06). E as associações n-árias relacionam mais de duas classes (Figura 07).

FIGURA 05 - EXEMPLO DE ASSOCIAÇÃO REFLEXIVA.



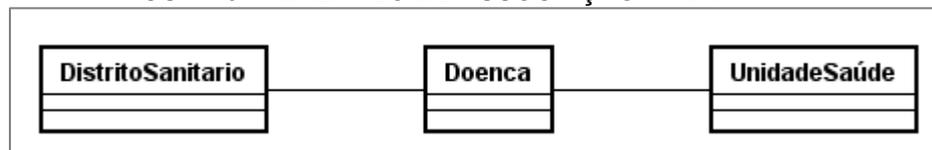
FONTE: A autora (2016).

FIGURA 06 - EXEMPLO DE ASSOCIAÇÃO BINÁRIA.



FONTE: A autora (2016).

FIGURA 07 - EXEMPLO DE ASSOCIAÇÃO N-ÁRIA.



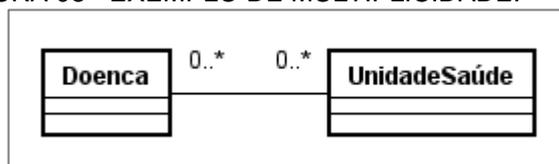
FONTE: A autora (2016).

A quantidade de objetos envolvidos no relacionamento – multiplicidade - também pode ser especificado nas extremidades do relacionamento (Figura 08).

Pode ser:

- Não especificada: somente haver a ligação entre as classes;
- Exatamente 1: 1
- Zero ou mais: 0..\*
- Um ou mais: 1..\*
- Zero ou um: 0..1
- Intervalo determinado: 0..4
- Valores múltiplos: 2,4..6

FIGURA 08 - EXEMPLO DE MULTIPLICIDADE.



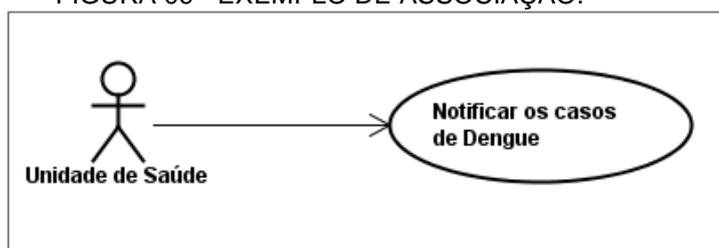
FONTE: A autora (2016).

O diagrama de casos de uso descreve a sequência de ações relacionadas a atores em um cenário que mostra as funcionalidades do sistema do ponto de vista do usuário.

Um ator é representado por um boneco e é rotulado (nomeado). Ele pode ser um usuário humano ou um objeto computacional, como um sistema. Um caso de uso (ou ação) é representado por uma elipse e é rotulado com o nome da ação.

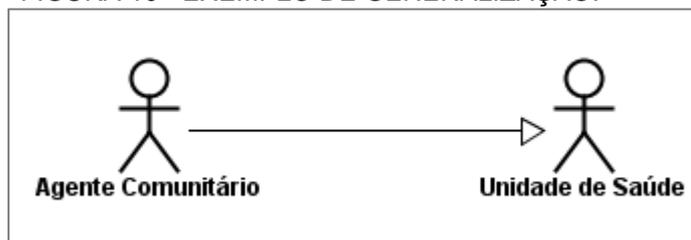
Os relacionamentos ajudam a descrever a ação, e pode se dar entre ator e caso de uso, entre atores, ou entre casos de uso. Quando o relacionamento é entre ator e caso de uso, este é chamado de associação, em que define uma funcionalidade do sistema do ponto de vista do usuário (Figura 09). Se o relacionamento for entre atores, chama-se generalização, em que os casos de uso de um ator são também do outro (Figura 10).

FIGURA 09 - EXEMPLO DE ASSOCIAÇÃO.



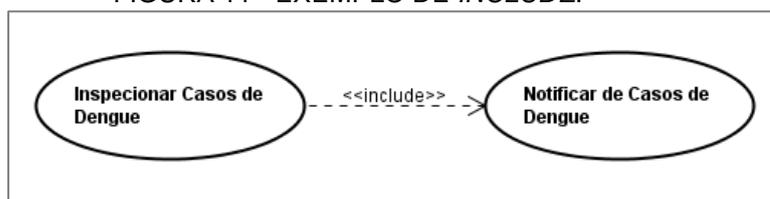
FONTE: A autora (2016).

FIGURA 10 - EXEMPLO DE GENERALIZAÇÃO.

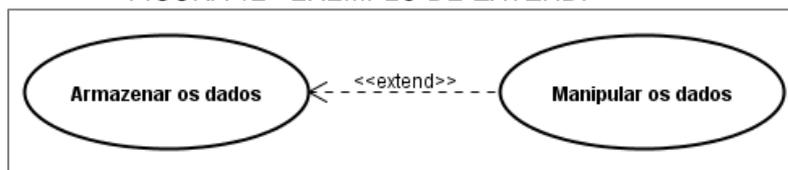


FONTE: A autora (2016).

Existem três relacionamentos entre casos de uso: *Include*, *Extend* e Generalização. Um relacionamento *Include* de um caso A para um caso B indica que o caso B é essencial para o comportamento do caso A (Figura 11). Um relacionamento *Extend* de um caso B para um caso A indica que o caso B pode ser acrescentado para descrever o comportamento do caso A (Figura 12). Generalização é um relacionamento entre um caso de uso genérico para um mais específico, que herda todas as características de seu pai.

FIGURA 11 - EXEMPLO DE *INCLUDE*.

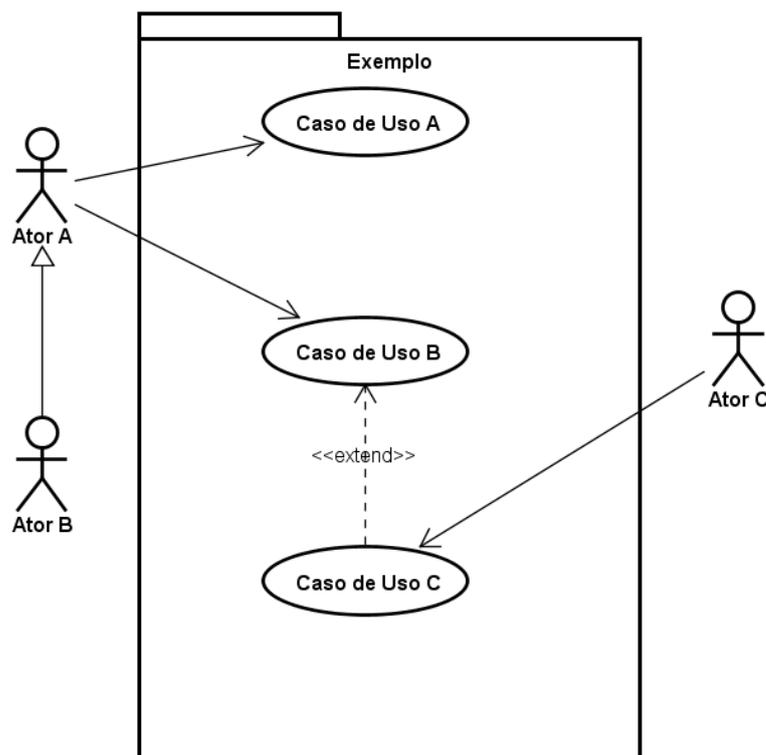
FONTE: A autora (2016).

FIGURA 12 - EXEMPLO DE *EXTEND*.

FONTE: A autora (2016).

Os limites da ação, ou sistema, são representados por um retângulo envolvendo os casos de uso que o compõem (Figura 13).

FIGURA 13 - EXEMPLO DE LIMITES DA AÇÃO.



FONTE: A autora (2016).

### 2.2.5 Projeto de SIG

No desenvolvimento de um SIG é importante considerar cada uma das diversas etapas. Antes de tudo, é necessário que haja problemáticas para que o SIG possa servir de ferramenta de análise, atendendo assim a necessidade de sua utilização para resolução de perguntas. (LÉON, 2007).

Para Câmara *et al.* (1996), o projeto de SIG está dividido em três etapas: a modelagem do mundo real, a criação do banco de dados geográfico e a operação. A primeira etapa, de modelagem do mundo real, consiste em se criar um modelo que represente aquilo que existe e que deverá ser estudado para se obter as informações necessárias, incluindo a seleção de entes representativos, a determinação de suas representações gráficas e seus relacionamentos, as informações que devem conter, e definir a atualização e precisão destas informações.

Já a segunda etapa, de criação de banco de dados geográfico, consiste em capturar e armazenar os dados, de acordo com o modelo especificado,

podendo envolver processos de conversão, captura, edição e manipulação dos dados. (CÂMARA *et al.*, 1996).

A terceira e última etapa, de operação, consistem em retirar informações a partir do modelo já especificado e do banco de dados já montado, ou seja, especificar e utilizar rotinas que possam atender a demanda do objetivo da idealização do sistema. (CÂMARA *et al.*, 1996).

Por outro lado, Aronoff (1989) divide as etapas de um projeto de SIG como sendo seis: conscientização, desenvolvimento dos requisitos do sistema, avaliação do sistema, desenvolvimento de um plano de implementação, aquisição do sistema e inicialização, e fase operacional.

Resumidamente, a etapa de conscientização consiste em “convencer” todos aqueles que possam ser um usuário do SIG das vantagens de seu uso. A segunda etapa, de desenvolvimento dos requisitos do sistema, consiste em definir o que será necessário para a implementação do SIG, como os usuários, suas necessidades, os dados, e como isto será feito para que se atenda às necessidades dos usuários. A terceira fase de avaliação do sistema é o momento em que as diversas soluções são testadas e discutidas a fim de decidir quais podem atender as necessidades. A fase de desenvolvimento de um plano de implementação consiste em planejar as tarefas necessárias para tornar o sistema operável, desde *Software* e *Hardware*, até o treinamento da equipe e coleta de dados. A fase de aquisição do sistema e inicialização consiste na estruturação do SIG. E finalmente a última etapa, de fase operacional, é quando se utiliza o sistema para se obter informações e suprir as necessidades do usuário. (ARONOFF, 1989).

Na literatura não existe uma posição exata de qual abordagem, tanto a de Câmara *et al.* (1996) quanto de Aronoff (1989), é a correta, as duas abrangem visões diferentes de implementações e cabe ao indivíduo escolher a que mais se adequa ao seu problema.

#### 2.2.6 Desenvolvimento de aplicações baseadas em SIG

A epidemiologia, de acordo com Léon (2007), é uma disciplina fundamental da saúde pública que estuda a distribuição e frequência de eventos

de saúde e seus determinantes em populações humanas. Para isto, a epidemiologia desenvolveu uma variedade de métodos que permitem identificar e estudar a maneira como os determinantes de eventos de saúde são distribuídos nas populações, no tempo e no espaço. Em suma, o epidemiologista utiliza o referencial geográfico para situar os elementos de causa e efeito na saúde, tendo o mapa como uma ferramenta primordial para isto.

De acordo com Souza<sup>3</sup> (1996 citado por SANTOS *et al.*, 2000), uma das maneiras de se conhecer mais detalhadamente as condições de saúde da população é através de mapas que permitam observar a distribuição espacial de situações de risco e dos problemas de saúde. A abordagem espacial permite a integração de dados demográficos, socioeconômicos e ambientais, promovendo o inter-relacionamento das informações de diversos bancos de dados.

Segundo Santos *et al.* (2000), a utilização de mapas e a preocupação com a distribuição geográfica de diversas doenças é bem antiga. Em 1854, o médico John Snow e o padre Henry Whitehead se juntaram para dar fim ao surto de cólera no distrito de Soho em Londres, e tiveram como instrumento principal um mapa dos casos da doença e os pontos de coleta de água da região<sup>4</sup>. Após o cruzamento dos dados, Snow concluiu que a maioria dos casos de cólera veio de pessoas que utilizaram a mesma bomba de água para abastecer suas casas, logo, a causa do surto de cólera era a água e não o ar como a teoria do miasma defendia.

Atualmente, tem-se assistido a uma preocupação mundial em compreender a forma como as doenças se propagam, com maior ênfase na epidemiologia, numa tentativa de se perceber como estas se difundem no espaço e o tempo de propagação, para uma tomada de decisão eficaz. O registro de ocorrências através de representação espacial permite estudar os eventos em diversos períodos, e desta forma possibilita em alguns casos um prognóstico de como um fenômeno se comporta e distribui espacialmente. (MENEZES *et al.*, 2009).

Assim,

---

<sup>3</sup> SOUZA, D.S.; TAKED, S.M.P.; NADER, E.K.; FLORES, R.; SANTOS, S.M.; GIACOMAZZI, M.C.G. **Sistema de Informações Georreferenciadas no Planejamento dos Serviços de Saúde.** Momento \$ Perspectivas em Saúde, 1996.

<sup>4</sup> História retratada no livro "O mapa fantasma", de Steven Johnson.

o estudo da variação espacial dos eventos produz um diagnóstico comparativo que pode ser utilizado das seguintes maneiras: indicar os riscos a que a população está exposta, acompanhar a disseminação dos agravos à saúde, fornecer subsídios para explicações causais, definir prioridades de intervenção e avaliar o impacto das intervenções. (HINO *et al.*, 2006, p. 02).

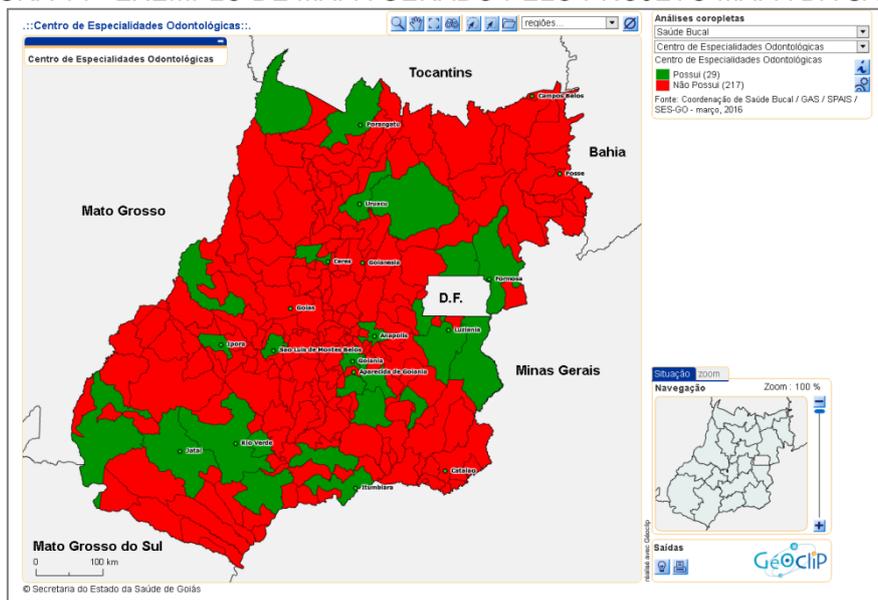
Para se ofertar serviços adequados e avaliar o impacto das ações de saúde, é imprescindível conhecer as condições de vida da população. Neste sentido, o uso de SIG na saúde é primordial, pois se pode sobrepor informações relevantes para que seja feito um planejamento correto. Além disso, de acordo com Pavarini *et al.* (2008), “o SIG possibilita melhorias na eficiência do uso de recursos públicos, porque permite cruzar dados sobre número de casos e localização de pessoas, para determinar como organizar o atendimento das mesmas”.

Conforme Santos *et al.* (2000), as aplicações do SIG na área da saúde têm se destacado nos campos de vigilância epidemiológica, em que possibilita determinar os padrões da situação de saúde de uma área e evidenciar disparidades espaciais que levam à delimitação de áreas de risco para mortalidade ou incidência de eventos mórbidos; na avaliação de serviços de saúde, que através da análise de fluxo de pacientes é possível definir áreas de onde provém a demanda que busca determinado recurso de saúde; e na análise dos efeitos da urbanização, que tem uma relação direta com a saúde, de modo com que o SIG oferece informações sobre características epidemiológicas das áreas próximas às fontes de contaminação e identificação de fatores ambientais que favorecem os agravos de doenças.

Além disso, o SIG proporciona o monitoramento de ações de saneamento e a prevenção de doenças após melhorias da qualidade de vida em função de obras realizadas.

Um exemplo atual de utilização do SIG no auxílio de ações e serviços na área da saúde é o Mapa da Saúde, implementado pelo Estado de Goiás. Esta ferramenta reúne mapas e gráficos com informações relativas e indicadores em saúde, além da distribuição de recursos humanos, ações e serviços ofertados pelo SUS, rede conveniada e iniciativa privada (GOIAS, 2011). O objetivo é facilitar o acesso às informações sobre a saúde, permitindo o planejamento de ações e serviços na área da saúde (Figura 14).

FIGURA 14 - EXEMPLO DE MAPA GERADO PELO PROJETO MAPA DA SAÚDE.



FONTE: GOIÁS (2011).

Outro exemplo é a utilização do SIG para monitoramento da mortalidade infantil no município de Dom Pedrito/RS. Este trabalho, elaborado por Maria Aline dos Santos Léon, utilizou dados da Secretaria Municipal de Saúde e Meio Ambiente de Dom Pedrito/RS e da 7ª Coordenadoria Regional de Saúde de Bagé/RS. Com eles, foram elaborados mapas temáticos para estudo e entendimento desse agravo de saúde. Os resultados possibilitaram a autora, e outros atores, compreender a distribuição das incidências de mortalidade infantil na cidade e estudar as possíveis causas deste fenômeno.

Logo, como Léon (2007) cita em seu trabalho, o geoprocessamento, por meio da utilização do Sistema de Informações Geográficas, não se constitui de apenas uma tecnologia de armazenamento e exibição de dados epidemiológicos, mas sim de um poderoso elemento de análise da topologia ambiental associada a problemas de Saúde Pública.

### 2.3 SIG APLICADO AO MONITORAMENTO DA DENGUE

A Dengue é uma doença infecciosa transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti* que acomete milhares de pessoas no Brasil todos os anos, sendo difícil

sua erradicação, pois o clima tropical do país é ambiente favorável à proliferação do vetor da doença. (ANDRADE *et al.*, 2016).

De acordo com Cambricoli (2015), a Dengue no ano de 2013 custou aos cofres públicos do país cerca de R\$2,7 bilhões com despesas ambulatoriais e hospitalares para tratar 2.035 pacientes infectados pela doença. Estes dados demonstram que a Dengue é um problema de saúde pública no Brasil.

Neste sentido, o governo federal mantém o programa de controle de zoonoses, que promove atividades de controle da Dengue – que visam combater a proliferação do mosquito que é vetor da doença. Porém, os dados são coletados manualmente e armazenados de maneira alfanumérica para gerar modelos estatísticos (BARROS *et al.*, 2013). Desta maneira, a aplicação do SIG permitiria diagnóstico rápido da situação entomológica e auxiliaria em ações de controle vetorial.

Em Curitiba-PR, o Centro de Saúde Ambiental (CSA) promove o controle e monitoramento da Dengue por meio de ações como: delimitação de foco, que consiste em desencadear ações de pesquisa larvária em locais em que foram detectadas a presença do vetor; bloqueio de transmissão, que é a vistoria de imóveis entorno da residência de paciente que está sob suspeita de estar doente; detecção de pontos estratégicos, que seriam imóveis com grande concentração de depósitos preferenciais para proliferação do *Aedes aegypti*; entre outras medidas que podem ser vistas no esquema de atividades desenvolvidas (Figura 15).

FIGURA 15 - ATIVIDADES DESENVOLVIDAS EM CURITIBA-PR PARA CONTROLE DA DENGUE.

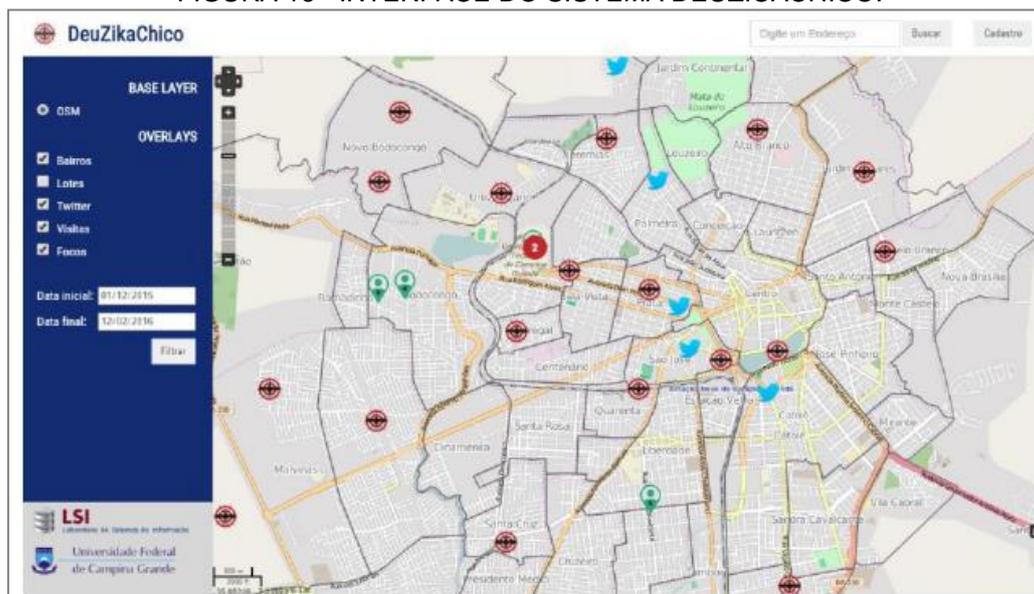


FONTE: SMS (2016).

Pensando no combate à Dengue, vários trabalhos foram desenvolvidos no país nos últimos anos utilizando a tecnologia computacional a favor do combate à doença. Um exemplo é o sistema *mobile* DeuZikaChico<sup>5</sup>, que se constitui em um WebSIG para monitoramento e combate em tempo real a epidemias, como a Dengue, Zika e Chikungunya através de informações espaço-temporais (Figura 16). (ANDRADE *et al.*, 2016).

<sup>5</sup> Este aplicativo de celular pode ser baixado na loja da Google Play por celular com sistema operacional Android.

FIGURA 16 - INTERFACE DO SISTEMA DEUZICACHICO.



FONTE: ANDRADE *et al.*, (2016).

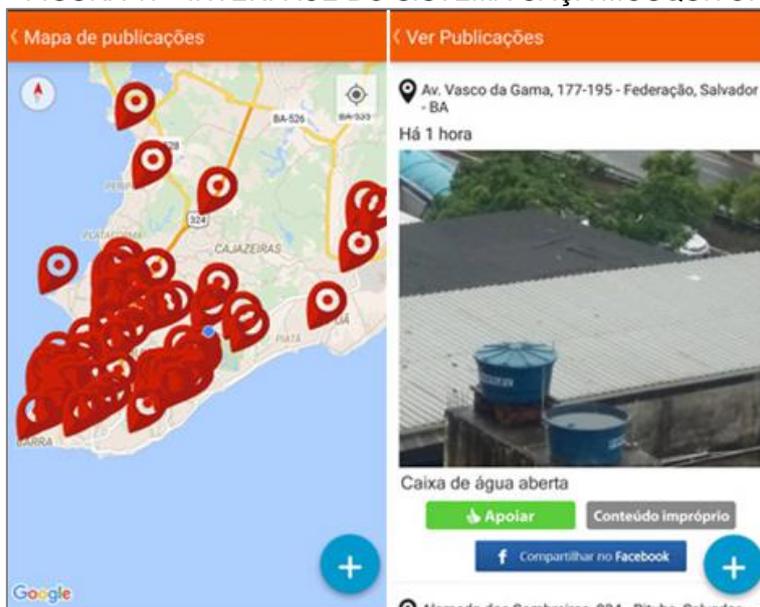
O interessante deste sistema é que o banco de dados é alimentado pelos próprios usuários, ou seja, constitui de uma plataforma colaborativa. Desta maneira, os usuários do sistema se tornam voluntários na produção de um entendimento detalhado da dinâmica do local que vivem, possibilitando aos gestores públicos a descoberta de problemas no espaço urbano. Este fenômeno é conhecido como *Crowdsourcing*<sup>6</sup>, e envolve comunidades online que combinam esforços de usuários para produzir informações em diferentes domínios. (ANDRADE *et al.*, 2016).

Seguindo a tendência de aplicativos de *smartphone* a favor do combate do mosquito *Aedes aegypti*, o Estado da Bahia lançou o aplicativo Caça Mosquito<sup>7</sup>. Este aplicativo tem o objetivo de mapear zonas com focos do mosquito transmissor da Dengue, Zica e Chikungunya através da geolocalização, utilizando sinal GNSS do aparelho celular. Os usuários fotografam os possíveis locais de criadouros do mosquito, e as informações coletadas são transmitidas diretamente para os órgãos municipais competentes para que sejam tomadas providências (Figura 17).

<sup>6</sup>*Crowdsourcing* é um termo utilizado para designar uma fonte de informações oriundas de uma multidão. Definição disponível em: < <http://www.ceschini.com.br/2011/10/mas-o-que-e-crowdsourcing/>>.

<sup>7</sup> Disponível para sistemas Android no link <https://goo.gl/Om6JvAe> iOs no link <https://goo.gl/yzYUu5>.

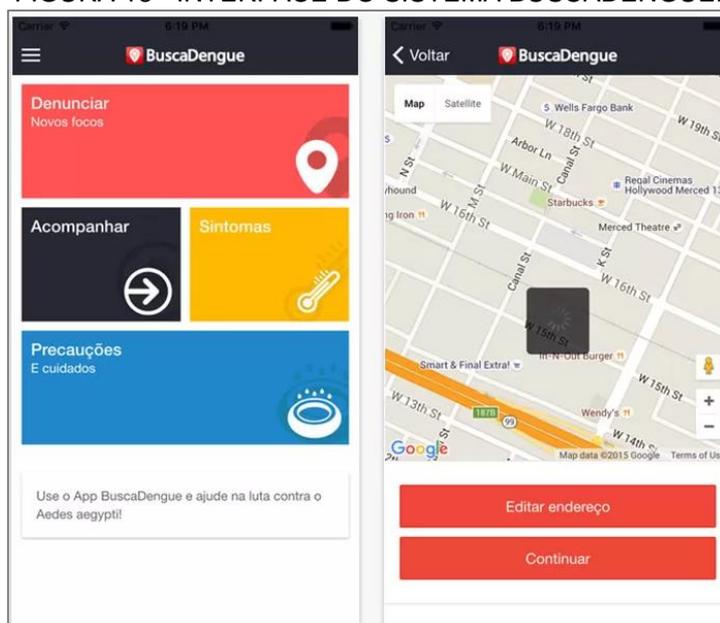
FIGURA 17 - INTERFACE DO SISTEMA CAÇA MOSQUITO.



FONTE: ALENCAR (2016).

Assim como o aplicativo Caça Mosquito, o aplicativo BuscaDengue<sup>8</sup> tem o objetivo de registrar focos do mosquito através da geolocalização do usuário, trazer informações de prevenção contra a Dengue e também para identificar sintomas da doença (Figura 18).

FIGURA 18 - INTERFACE DO SISTEMA BUSCADENGUE.

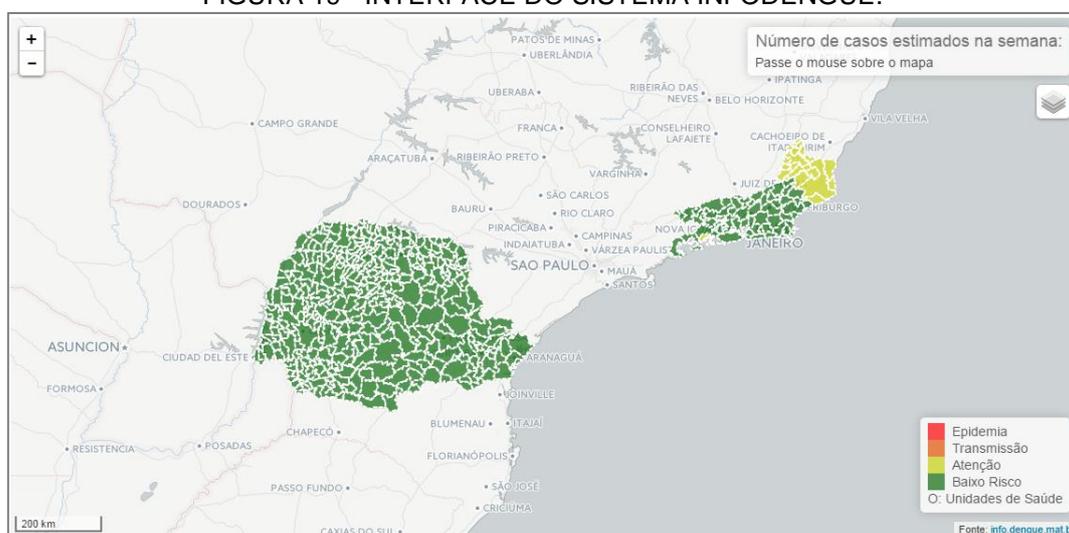


<sup>8</sup> Disponível para sistemas Android e iOS.

FONTE: ALENCAR (2016).

Outro sistema desenvolvido – já citado anteriormente – é o InfoDengue (Figura 19), que foi elaborado em uma parceria entre a Escola de Matemática Aplicada da Fundação Getúlio Vargas com o Instituto Oswaldo Cruz, e gera mapas temáticos das incidências de Dengue nos municípios dos estados do Paraná e Rio de Janeiro inicialmente, sendo uma meta do programa obter dados de todos os estados brasileiros para o monitoramento da doença.

FIGURA 19 - INTERFACE DO SISTEMA INFODENGUE.



FONTE: SITE INFODENGUE (2016).

O objetivo deste sistema é alertar os usuários sobre os casos de transmissão de Dengue nos municípios em tempo quase real. Os mapas de casos de Dengue nos municípios são atualizados semanalmente, tornando as tomadas de decisão dos agentes de saúde mais ágeis e eficazes. (INFODENGUE, 2016).

Dentro destas perspectivas, o uso de ferramentas de análise espacial se mostra como importante instrumento no combate da Dengue, destacando-se o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) pela facilidade de espacialização dos dados alfanuméricos e de análises e visualizações dos produtos gerados. (NASCIMENTO *et al.*, 2011).

## 2.4 CARTOGRAFIA TEMÁTICA

O surgimento da Cartografia Temática se deu no fim do século XVII e início do século XIX, devido à busca de se representar em mapas variados temas de interesse para os diferentes ramos de estudo que desapontaram com a divisão do trabalho científico. (RODRIGUEZ, 2010).

De acordo com Robinson (1982), a criação de novos temas a serem tratados pela Cartografia se deveu à preocupação com o mapeamento da utilização da terra, ou seja, o mapa topográfico ia sendo cada vez mais enriquecido com o acréscimo de assuntos temáticos.

Em tempos recentes, com o surgimento da era da informática, a ciência dos mapas tem como seu conceito central o da visualização cartográfica. Segundo Taylor (1994), a visualização cartográfica tem uma forma de amalgamar os entendimentos da cartografia associados à cognição e análise, à comunicação e às tecnologias computacionais. Na verdade, a visualização é o elo para a aplicação da Cartografia computadorizada que viabiliza os procedimentos de análise e comunicação junto às representações feitas por mapas. (RODRIGUEZ, 2010).

Para a construção dos mapas temáticos é preciso atentar para a representação gráfica. Para isso, é necessário estudar os níveis de mensuração, as variáveis visuais que serão adotadas, a projeção cartográfica dos mapas, e os métodos de classificação dos dados.

De acordo com SLOCUM *et al.* (2009), “níveis de mensuração é aquilo que se refere às várias maneiras de medir um fenômeno quando um conjunto de dados é criado”. Há quatro níveis básicos de mensuração, são eles:

- a) Nominal: nível de mensuração que classifica dados sem estabelecer uma ordem.
- b) Ordinal: nível de mensuração que classifica com uma ordem os dados.
- c) Intervalo: nível de mensuração que implica em uma ordem dos dados mais uma indicação explícita da diferença numérica entre duas categorias.

- d) Proporção: nível de mensuração que tem todas as características do nível de mensuração “Intervalo” mais um *ponto zero não arbitrado*.

Quanto às variáveis visuais, SLOCUM *et al.* (2009) define que, “as variáveis visuais são usadas para descrever as várias diferenças percebidas nos símbolos do mapa que são usados para representar os fenômenos geográficos”.

As variáveis visuais que podem ser utilizadas para representar fenômenos quantitativos são:

FIGURA 20 - VARIÁVEIS VISUAIS PARA FENÔMENOS QUANTITATIVOS.

Visual Variables for Quantitative Phenomena					
	Point	Linear	Areal	2½-D	True 3-D
Spacing					
Size					
Perspective Height					None Possible
Color (Hue)					
Color (Lightness)					
Color (Saturation)					

FONTE: SLOCUM (2009).

As variáveis visuais que podem ser utilizadas para representar fenômenos qualitativos são:

FIGURA 21 - VARIÁVEIS VISUAIS PARA FENÔMENOS QUALITATIVOS.

Visual Variables for Qualitative Phenomena					
	Point	Linear	Areal	2½-D	True 3-D
Orientation	◆ ■ ◊			None Recommended	
Shape	● ■ ★			None Recommended	
Arrangement	◐ ◑ ◒			None Recommended	
Color (Hue)	○ Blue ○ Red ○ Green			None Recommended	

FONTE: SLOCUM (2009).

Já os métodos de classificação de dados, SLOCUM *et al.* (2009) cita que “a classificação de dados envolve a combinação de dados brutos em classes ou grupos, em que cada classe é representada por um único símbolo”. Os métodos de classificação de dados para mapas coropléticos são:

- Quantis;
- Intervalos Constantes;
- Desvio Padrão da Média;
- Quebras Máximas; e
- Quebras Naturais.

Os métodos de classificação de dados para mapas de símbolos pontuais proporcionais são:

- Absoluto;
- Aparente; e
- Range Grading*.

A definição do método de classificação de dados e da variável visual deve ser feita de forma com que a representação do fenômeno seja a mais coerente possível.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho consiste na construção de um módulo de extensão do ArcGIS Desktop (*Add-In*) que possibilite aos profissionais da saúde gerar mapas temáticos sobre incidências de doenças mais especificamente de Dengue, distribuídas em unidades de saúde e distritos sanitários, a fim de auxiliar no monitoramento de epidemias. Por sua vez, a ideia surgiu de uma entrevista com uma profissional da saúde que trabalhava em uma das unidades de saúde da cidade de Curitiba-PR.

O desenvolvimento do trabalho está dividido em três etapas: análise, projeto e implementação.

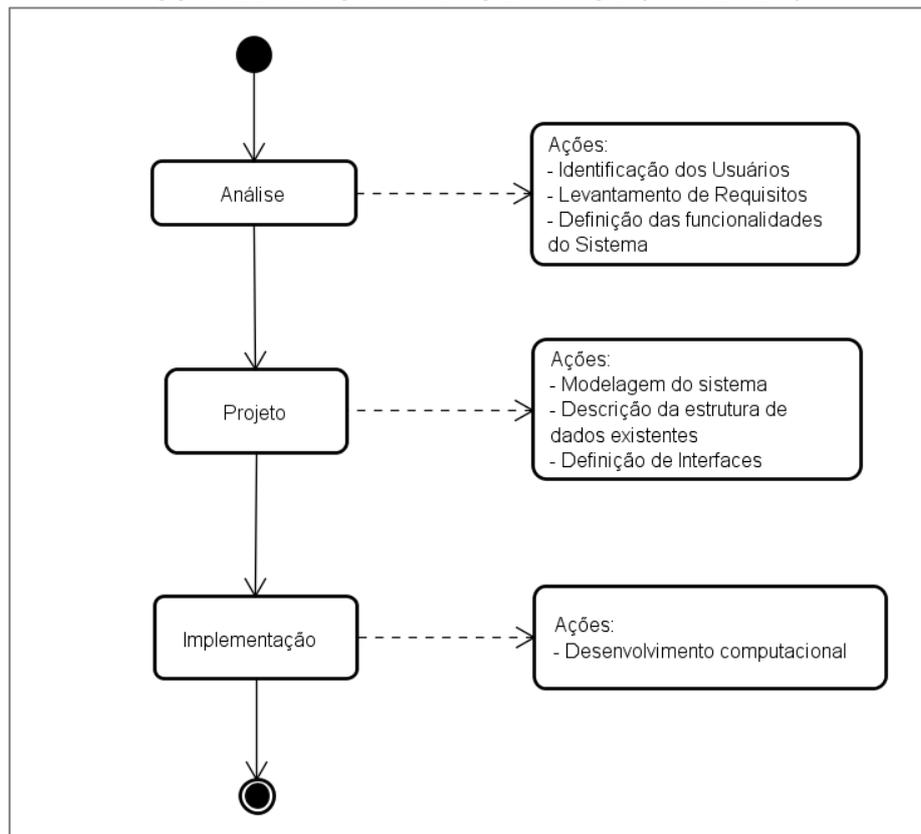
A análise consiste, como descrito no item 2.2.5, em identificar os usuários que utilizarão o sistema, as necessidades destes usuários, e as ferramentas que o sistema proporcionará para o atendimento das necessidades dos usuários.

Após a fase de análise o trabalho segue para a fase de projeto, que, de acordo com Câmara *et al.* (1996), é a etapa em que o sistema é modelado, e as estruturas dos dados existentes são descritas. Também são definidas as interfaces do sistema de modo com que seja amigável para o usuário.

Na fase de implementação são usados subsídios computacionais para que o sistema seja materializado e feitos testes operacionais para constatar a finalização da implementação do sistema e verificar se todos os requisitos foram atendidos, segundo Câmara *et al.* (1996).

O diagrama de atividades na Figura 20 abaixo mostra como seguiu a elaboração deste trabalho.

FIGURA 22 - DIAGRAMA DAS ETAPAS DO TRABALHO.



FONTE: A autora (2016).

Nos próximos tópicos são abordados detalhadamente cada fase de desenvolvimento do sistema.

### 3.1 MATERIAIS UTILIZADOS

Os materiais utilizados para a realização deste trabalho foram:

*Softwares:*

- Astah Community 7.0.0®. Utilizado para a elaboração do diagrama de casos de uso e do diagrama de classes. O *software* Astah Community é um programa livre com ferramentas para elaboração de diagramas UML;
- Visual Studio 2010®. Utilizado para a implementação do sistema. É um ambiente de desenvolvimento integrado que contém uma coleção de ferramentas desenvolvedoras e serviços para a criação de aplicações para plataforma Microsoft e outras;

- ArcMap 10®. Utilizado para visualização e utilização do sistema. É um *software* SIG utilizado para visualizar, editar, criar e analisar dados espaciais;
- ArcCatalog 10®. Utilizado para visualizar dados do banco de dados. É um *software* usado para definir e gerenciar um banco de dados geográfico (*geodatabase*);
- PostgreSQL 9.1®. Utilizado para armazenar os dados alfanuméricos e gráficos. É um sistema de banco de dados objeto-relacional gratuito;
- PostGIS 2.0®. Utilizado para armazenar dados gráficos do SIG no banco de dados. É uma extensão espacial gratuita e com código fonte aberta, e sua construção é feita sobre o SGBD objeto-relacional PostgreSQL; e
- PgAdminIII 1.22®. Utilizado para gerenciar o bando de dados. É um software gráfico de administração do SGBD PostgreSQL.

#### Dados:

- Arquivos em formato *shapefile* obtidos junto ao IPPUC (Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba-PR), referentes a geometrias e dados de: Unidades de Saúde, Distritos Sanitários, Hospitais, Escolas, Creches, Rios, Lagos, Logradouros, Áreas Verdes, Bairros e Zoneamento da cidade. Estas informações são datadas de 2015 e estão na escala 1:2.000;
- Dados censitários do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) referente a renda *per capita* e população, do censo demográfico de 2010, em formato Excel (\*.xls);
- Boletins Epidemiológicos dos anos de 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 e 2014 da Secretaria Municipal de Saúde de Curitiba-PR<sup>9</sup>, com dados referentes aos anos de 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, e 2013; e

---

<sup>9</sup> Os Boletins Epidemiológicos podem ser visualizados no link: <<http://www.saude.curitiba.pr.gov.br/index.php/vigilancia/epidemiologica/boletim-epidemiologico>>.

- Informações verbais obtidas com profissionais da Unidade de Saúde Cajuru e do Distrito Sanitário do Cajuru.

## 3.2 ANÁLISE DO SISTEMA

Esta etapa do trabalho baseou-se na identificação dos usuários do sistema, no levantamento das necessidades dos usuários (ou levantamento de requisitos), e na definição de suas principais funcionalidades. Estas atividades estão descritas a seguir.

### 3.2.1 Identificação dos Usuários do Sistema

O escopo do sistema a ser implementado será para a área de controle da Dengue, logo, os usuários que se beneficiarão diretamente serão os profissionais gestores das Unidades de Saúde, dos Distritos Sanitários, e o(a) Secretário(a) Municipal de Saúde da cidade.

Os gestores e líderes envolvidos no processo de controle de epidemias poderão ser beneficiados através do gerenciamento espacial da distribuição de doenças, podendo verificar visualmente áreas de maior risco de epidemias e atuar com ações de combate e/ou prevenção eficientes.

### 3.2.2 Levantamento de Requisitos

Para que se entendesse como as atividades da rede de saúde pública do município de Curitiba funcionam atualmente, teve-se uma entrevista com uma profissional responsável pelo monitoramento e notificação de agravos de doenças do Distrito Sanitário do Cajuru<sup>10</sup>.

Nesta entrevista foram elaboradas algumas questões para diagnosticar o cenário atual da realização de tarefas de monitoramento de epidemias. Os questionamentos considerados relevantes para a realização deste projeto estão listados abaixo:

---

<sup>10</sup> Entrevista realizada com a profissional Ana Valéria, no dia 10 de dezembro de 2015.

- 1) **Questão 01:** Como as informações de incidências de doenças são coletadas?
- 2) **Questão 2:** Como estes dados são concentrados?
- 3) **Questão 3:** Como estes dados são repassados de uma unidade de gerência a outra?
- 4) **Questão 4:** É utilizado algum sistema, ou outro meio, que permita a visualização espacial dos dados?

#### 3.2.2.1 Processo de armazenamento de dados

Atualmente o armazenamento de dados nas Unidades de Saúde é feito em forma de tabelas, com dados alfanuméricos. Estes dados são provenientes de coleta em material analógico, oriundos do trabalho de Agentes Comunitários de Saúde e do próprio corpo de profissionais das Unidades de Saúde.

Para que a geração de mapas temáticos possa ser realizada, o sistema é implementado com uma ferramenta de cadastro de dados de incidência de doenças, e assim estes dados são armazenados em um banco de dados que tem conexão com o *software* SIG e podem ser utilizados em análises espaciais.

### 3.3 PROJETO DO SISTEMA

De acordo com Nubiato (2009), a etapa de projeto do sistema tem por objetivo transformar os requisitos do sistema em modelos conceituais, normalmente representados por um conjunto de diagramas, que mostram conceitos, associações entre conceitos e atributos de conceitos. Segundo Larman<sup>11</sup> (2000 citado por Nubiato, 2009), um modelo conceitual ilustra os conceitos significativos em um domínio de problema.

Conforme Larman (2000 citado por Nubiato, 2009), o desenvolvimento do projeto do sistema envolve a definição dos temas a serem interpretados, das classes que irão constituir cada tema, dos atributos de cada classe, os quais irão proporcionar a localização e identificação da classe, dos aplicativos e interfaces

---

<sup>11</sup> LARMAN, G. **Utilizando UML e padrões: uma introdução à análise e ao projeto orientados a objetos**. Porto Alegre: tradução Luiz A. M. Salgado, 2002.

a serem personalizadas, ou seja, são as soluções técnicas a serem implementadas para atender os requisitos da etapa de análise.

### 3.3.1 Modelagem do Sistema

Nesta fase são feitos diagramas mostrando as classes e seus relacionamentos a fim de auxiliar na construção da estrutura física do gerenciador do banco de dados. Foram construídos dois tipos de diagramas UML: o de casos de uso e o de classes. Para isto foi utilizado o *software* Astah Community 7.0.0®.

### 3.3.2 Estrutura de Dados

Segundo Aronoff<sup>12</sup> (1989, citado por Nubiato, 2009), o desenvolvimento do projeto necessita da definição básica dos elementos principais de um SIG, que são: *hardware*, *software*, base de dados, recursos humanos (usuários) e procedimentos. A definição das estruturas dos dados para implementação do sistema determinadas a partir do levantamento de necessidade dos usuários segue abaixo.

#### 3.3.2.1 Base Cartográfica

O sistema deve conter as seguintes informações gráficas para que possa atender as necessidades dos usuários:

a) Específica: feições cartográficas imprescindíveis ao funcionamento do sistema. Sem elas as necessidades dos usuários não poderão ser atendidas.

---

<sup>12</sup> ARONOFF, S. **Geographic Information Systems: A Management Perspective**. Ottawa, Canada, 1989.

QUADRO 1 – FEIÇÕES ESPECÍFICAS DO SISTEMA

<b>Classe</b>	<b>Primitiva Gráfica</b>	<b>Descrição</b>
unidadeessaude	Ponto	Elemento gráfico que representa os centróides das edificações das Unidades de Saúde do município.
distritosanitarios	Polígono	Elemento gráfico que representa a abrangência da gestão dos Distritos Sanitários do município.

FONTE: A autora (2016).

b) Apoio: feições que servem de apoio às operações do sistema. Não são essenciais ao funcionamento do sistema, logo, este pode ser operado sem a presença das feições de apoio. Servem de apoio às análises do fenômeno representado nos mapas, para entender a influência dos aspectos naturais e socioeconômicos nos resultados obtidos.

QUADRO 2 – FEIÇÕES DE APOIO DO SISTEMA

<b>Categoria</b>	<b>Classe</b>	<b>Primitiva Gráfica</b>	<b>Descrição</b>
Saúde	Hospitais	Ponto	Elemento gráfico que representa os hospitais do município.
Educação	Escolas	Ponto	Elemento gráfico que representa as escolas do município.
	Creches	Ponto	Elemento gráfico que representa as creches do município.
Hidrografia	Rios	Linha	Elemento gráfico que representa os rios da hidrografia existente no município.
	Lagos	Polígono	Elemento gráfico que representa os corpos de água da hidrografia existente no município.

<b>Categoria</b>	<b>Classe</b>	<b>Primitiva Gráfica</b>	<b>Descrição</b>
Outros	Abastecimento de Água	Linha	Mapa temático de feições de logradouros que possuem ou não rede de abastecimento de água.
	Rede de Esgoto	Linha	Mapa temático de feições de logradouros que possuem ou não rede de coleta de esgoto.
Vegetação	Áreas Verdes	Polígono	Elemento gráfico que representa áreas de vegetação do município.
Indicadores	Densidade Demográfica	Polígono	Mapa temático de classificação de feições de distritos sanitários de acordo com seu valor de densidade demográfica.
	Renda per capita	Polígono	Mapa temático de classificação de feições de distritos sanitários de acordo com seu valor de renda per capita.
Divisão Territorial	Bairros	Polígono	Elemento gráfico que representa os limites administrativos dos bairros do município.
	Zoneamento	Polígono	Elementos gráficos classificados de acordo com a zona a que pertence de acordo com o plano diretor do município.

FONTE: A autora (2016).

Segundo Nubiato (2009), as feições cartográficas específicas descritas nas tabelas acima, devem conter uma codificação mínima necessária para sua identificação e associação com informações externas ao sistema. Esta codificação pode ser vista a seguir:

QUADRO 3 – ATRIBUTOS DA FEIÇÃO UNIDADESAUDE

Nome do Campo	Tipo	Tamanho	Descrição
codigounidadesaude	Número	Inteiro	Campo para armazenamento da chave de identificação da unidade de saúde.
nome	Texto	111	Campo para armazenamento do nome da unidade de saúde.
endereco	Texto	106	Campo para armazenamento do endereço da unidade de saúde.

FONTE: A autora (2016).

QUADRO 4 – ATRIBUTOS DA FEIÇÃO DISTRITOSSANITARIOS

Nome do Campo	Tipo	Tamanho	Descrição
codigodistritosanitario	Número	Inteiro	Campo para armazenamento da chave de identificação do distrito sanitário.
nome	Texto	100	Campo para armazenamento do nome do distrito sanitário.

FONTE: A autora (2016).

### 3.3.2.2 Dados Alfanuméricos

O sistema necessita de uma estrutura tabular de dados, para armazenamento de informações como tipos de doenças, incidências de doenças em unidades de saúde, e incidências de doenças em distritos sanitários. As descrições das estruturas tabulares podem ser vistas abaixo.

QUADRO5 – DESCRIÇÃO DAS TABELAS ALFANUMÉRICAS DO SISTEMA

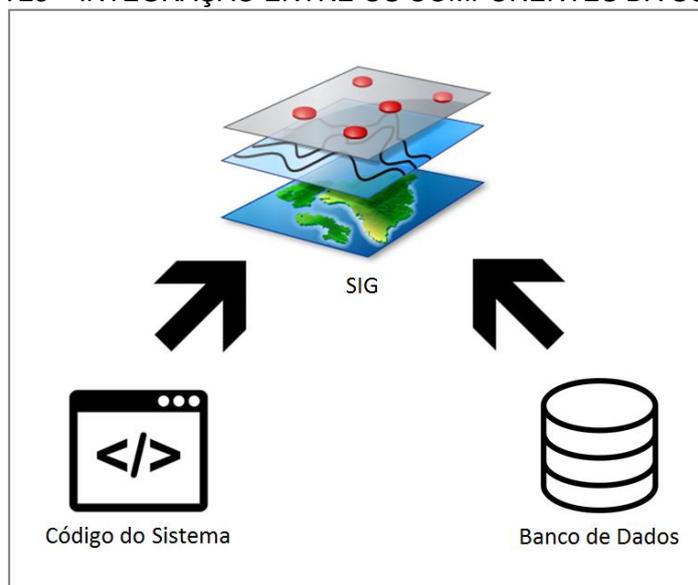
Nome da Tabela	Descrição
doenca	Tabela para cadastro de tipos de doenças.
doencaunidadesaude	Tabela de relacionamento entre doença e unidade de saúde. Esta tabela define a incidência de doenças presentes em uma unidade de saúde.

FONTE: A autora (2016).

### 3.4 IMPLEMENTAÇÃO

A solução desenvolvida abrange a integração entre o código de programação – como desenvolvimento do módulo de extensão (*Add-In*) – o banco de dados e o *software* SIG utilizado como plataforma do módulo de extensão do sistema (Figura 23).

FIGURA 23 – INTEGRAÇÃO ENTRE OS COMPONENTES DA SOLUÇÃO.



FONTE: A autora (2016).

Abaixo segue as etapas desenvolvidas na fase de implementação.

### 3.4.1 Implementação do *Add-In* no ambiente de desenvolvimento

Esta fase, segundo Nubiato (2009), corresponde ao desenvolvimento de estruturas computacionais as quais proporcionam o atendimento das funcionalidades a serem disponibilizadas pelo sistema. Muitas destas funcionalidades são definidas por comandos ou componentes existentes pelos *softwares* utilizados, pois foram desenvolvidas por programas do pacote ArcGIS Desktop 10.0® e pelo PostgreSQL.

Estas funcionalidades foram determinadas através do levantamento de requisitos e implementadas no ambiente de desenvolvimento Visual Studio integrado com o ArcGIS Desktop 10.0®, utilizando a linguagem de programação C#. No Visual Studio foram criadas classes, formulários e relatórios que atendem às funcionalidades estabelecidas.

### 3.4.2 Construção do banco de dados

O banco de dados foi construído no PostgreSQL utilizando o SGBD PgAdminIII.

As tabelas de dados alfanuméricos e as funções foram construídas e manipuladas através da linguagem de programação SQL, utilizando os scripts CREATE, INSERT e UPDATE.

As tabelas com dados espaciais foram importadas diretamente no pgAdmin com o aplicativo shp2pgsql, que permite a conversão de arquivos em formato *shapefile* em arquivos escritos em SQL.

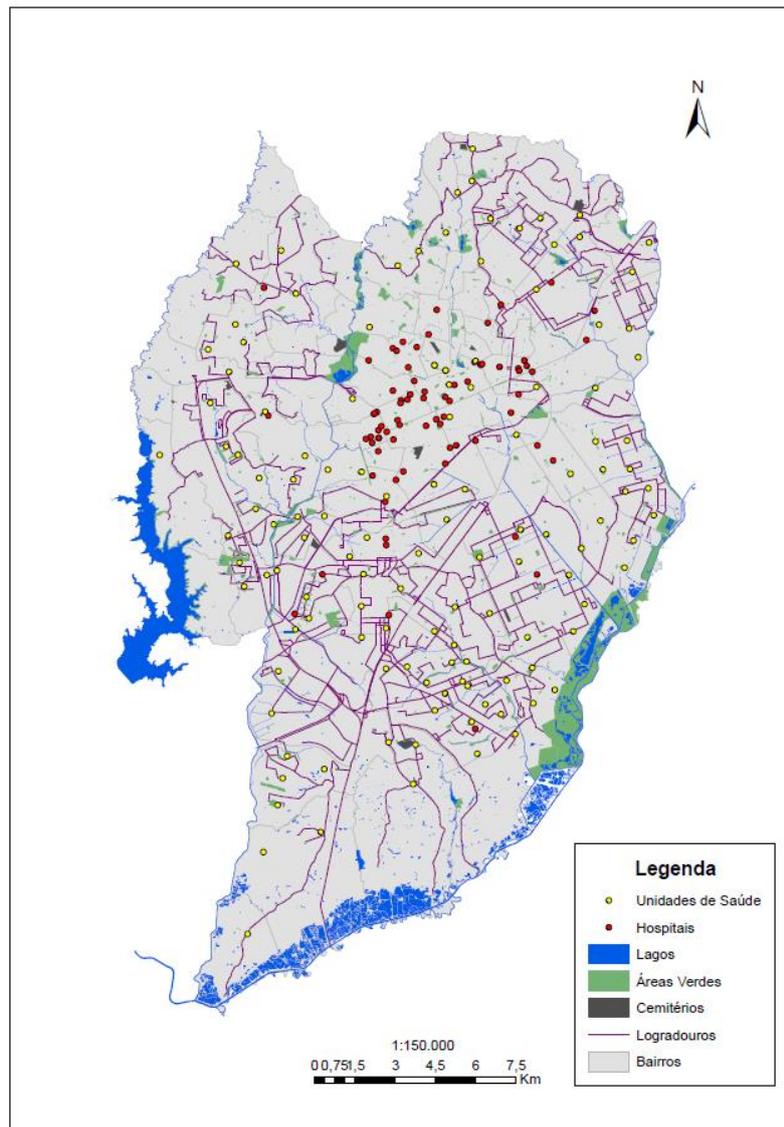
As estruturas podem ser visualizadas em apêndice ao final deste trabalho.

O banco de dados foi integrado com o ArcGIS 10 através da ferramenta de conexão com banco de dados do ArcCatalog. Nesta ferramenta foi necessário informar o servidor em que estão armazenados os dados, o serviço existente para a conexão, o nome do banco de dados, e o usuário e senha para autenticação da conexão.

Assim que estabelecida a conexão, as geometrias dos arquivos em formato *shapefile* que foram atribuídos no banco de dados como tabelas em SQL

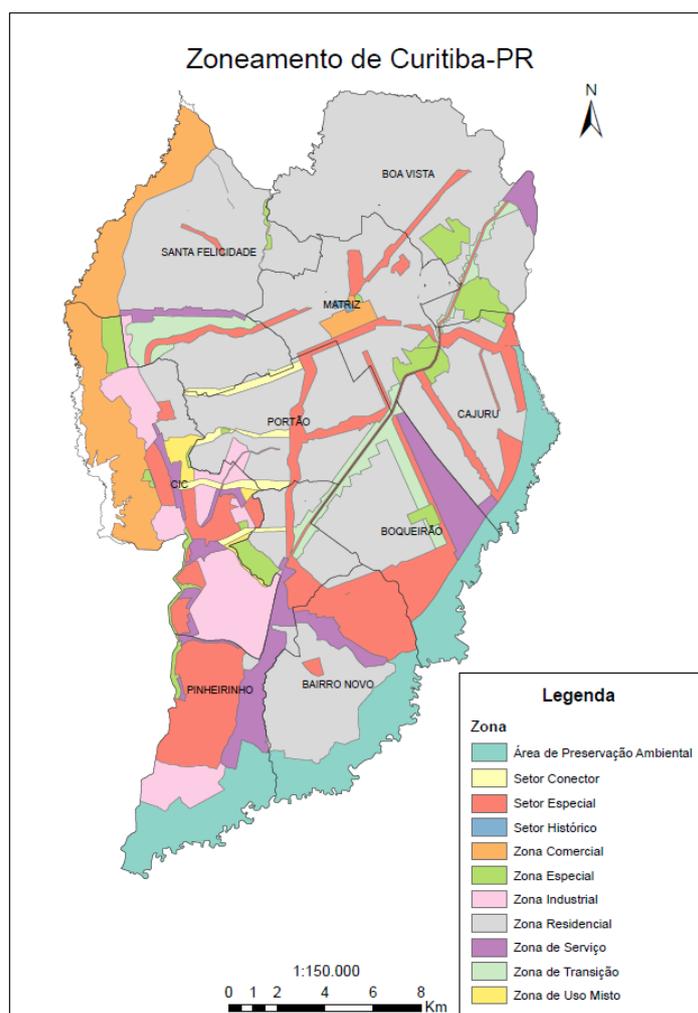
puderam ser adicionadas ao ArcMap e visualizadas espacialmente graças ao PostGIS, que é uma extensão espacial gratuita que permite que objetos espaciais sejam armazenados em banco de dados. As geometrias dos arquivos em formato *shapefile* podem ser vistas abaixo nas figuras:

FIGURA 24 – BASE CARTOGRÁFICA.



FONTE: A autora (2016).

FIGURA 25 - ZONEAMENTO DE CURITIBA-PR



FONTE: A autora (2016).

Estes arquivos em formato *shapfile* foram escolhidos como feições de apoio, exceto o de unidades de saúde e o de distritos sanitários, pois locais próximos a corpos d'água e áreas verdes são mais suscetíveis à criação de criadouros do mosquito *Aedes aegypti* – agente transmissor da Dengue - assim como locais que não possuem rede de coleta de esgoto e cemitérios públicos, pois a incidência de água parada é maior que locais que não se situam próximos a estes fatores.

Outro fator determinante de eclosão de epidemias é a alta densidade demográfica, isto aumenta o índice de contaminação. Por esta causa, foram adotadas feições de escolas, creches e hospitais para compor o grupo de feições de apoio à análise do fenômeno de epidemia de Dengue.

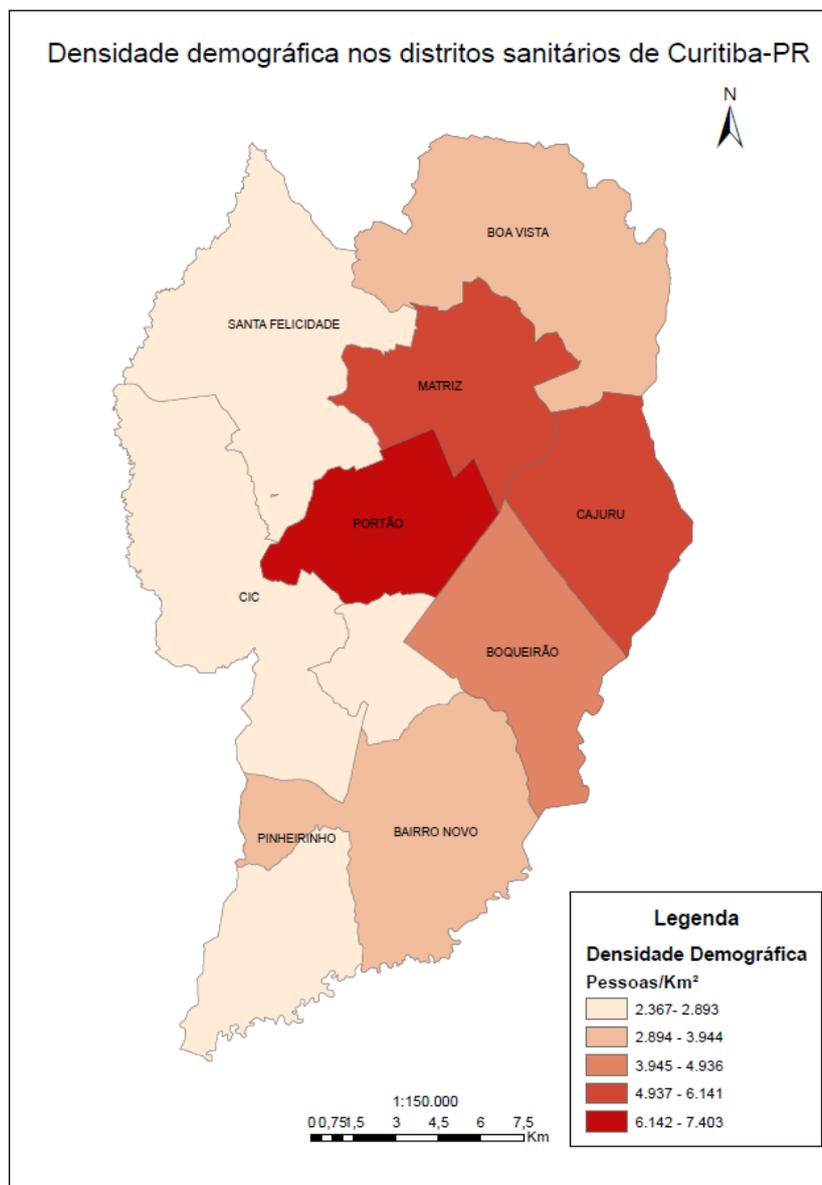
Os arquivos em formato *shapefile* de bairro e de zoneamento servem para melhor localização espacial do usuário e para relacionar a atividade social predominante da área em foco com o número de incidências da doença.

Os arquivos em formato *shapefile* de representação das unidades de saúde e de distritos sanitários são essenciais para o funcionamento do sistema, pois as incidências das doenças são registradas nestas duas unidades de administração da saúde pública. São 130 unidades de saúde distribuídas em 9 distritos sanitários no município de Curitiba-PR.

Além destes arquivos em formato *shapefile*, foram utilizados como apoio para análise do fenômeno dados de densidade demográfica e renda *per capita*, pois quanto maior o acúmulo de pessoas em uma determinada área maior a susceptibilidade de surgimento de epidemias e quanto mais pobre é o local, maior é a carência de infraestrutura básica, tendo o mosquito da Dengue mais locais suscetíveis a criação de criadouros. (ORLANDI, 2014).

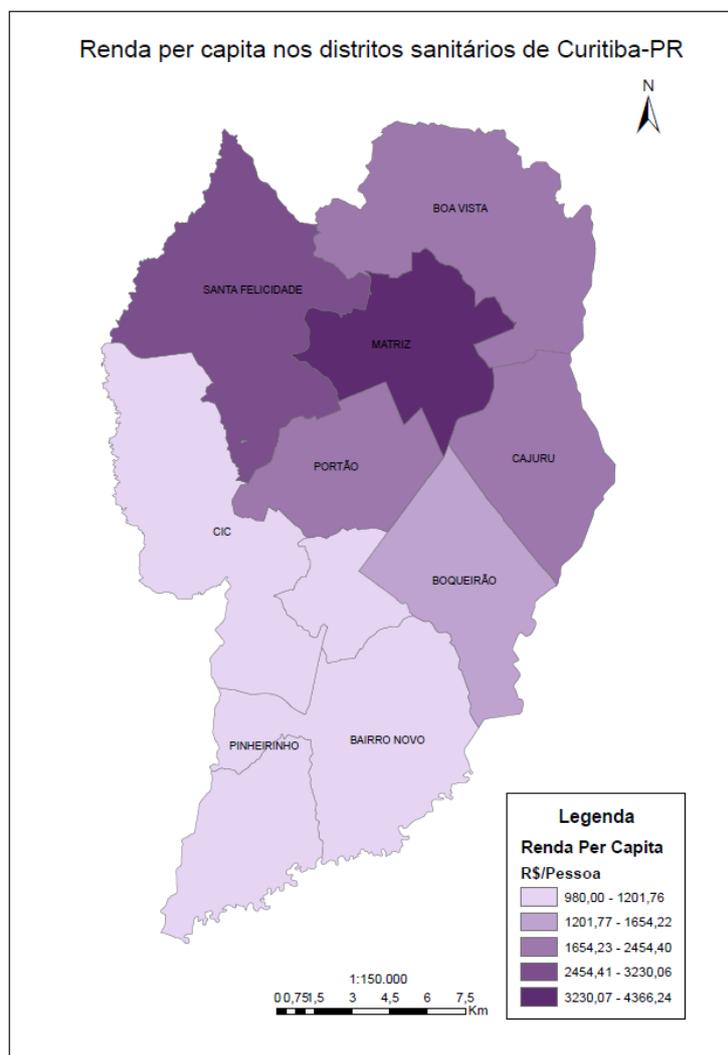
Estes dados espacializados nos distritos sanitários de Curitiba-PR podem ser visualizados abaixo nas figuras 26 e 27, e no quadro 06.

FIGURA 26 - MAPA DE DENSIDADE POPULACIONAL NOS DISTRITOS SANITÁRIOS NO CENSO DE 2010 DO IBGE.



FONTE: A autora (2016).

FIGURA 27 - MAPA DE RENDA *PER CAPITA* NOS DISTRITOS SANITÁRIOS NO CENSO DE 2010 DO IBGE.



FONTE: A autora (2016).

QUADRO 6 – ATRIBUTOS DA FEIÇÃO DISTRITOS SANITARIOS.

Distrito Sanitário	Habitantes/Km <sup>2</sup>	R\$/Pessoa
Bairro Novo	2894 – 3944	980,00 – 1201,76
Boa Vista	2894 – 3944	1654,23 – 2454,40
Boqueirão	3945 – 4936	980,00 – 1201,76
Cajuru	4937 – 6141	1654,23 – 2454,40
CIC	2367 – 2893	980,00 – 1201,76
Matriz	4937 - 6141	3230,07 – 4366,24
Pinheirinho	2367 – 2893	980,00 – 1201,76
Portão	6142 - 7403	1654,23 – 2454,40
Santa Felicidade	2367 - 2893	2454,41 – 3230,06

FONTE: A autora (2016).

A solução desenvolvida é capaz de inserir no banco de dados qualquer doença que o usuário desejar e também cadastrar a incidência desta doença nas unidades de saúde acometidas. Porém, neste trabalho foi utilizada apenas a doença Dengue para testar a funcionalidade do sistema, portanto, os arquivos em formato *shapefile* de apoio mencionados foram escolhidos pela influência que estes aspectos físicos, naturais e socioeconômicos podem exercer como agentes de eclosão de surtos de Dengue no município de Curitiba-PR.

### 3.5 MAPAS TEMÁTICOS

O sistema contém ferramentas de análise de distribuição de incidências de doenças através de mapas temáticos. Para que o sistema possa gerar os mapas temáticos foi necessário definir os níveis de mensuração, as variáveis visuais, a projeção cartográfica dos mapas, e os métodos de classificação dos dados. Estas definições estão descritas nos itens seguintes.

#### 3.5.1 Níveis de Mensuração

A definição do nível de mensuração para o grupo de dados se deu pelo objetivo de geração dos mapas e pelas características dos dados, de acordo com o embasamento teórico descrito no item 2.4.

#### 3.5.2 Variáveis visuais

Na próxima etapa é definida a variável visual que será utilizada na representação dos dados. De acordo com a definição de SLOCUM (2009) descrita no item 2.4, foram definidas as variáveis visuais para cada mapa.

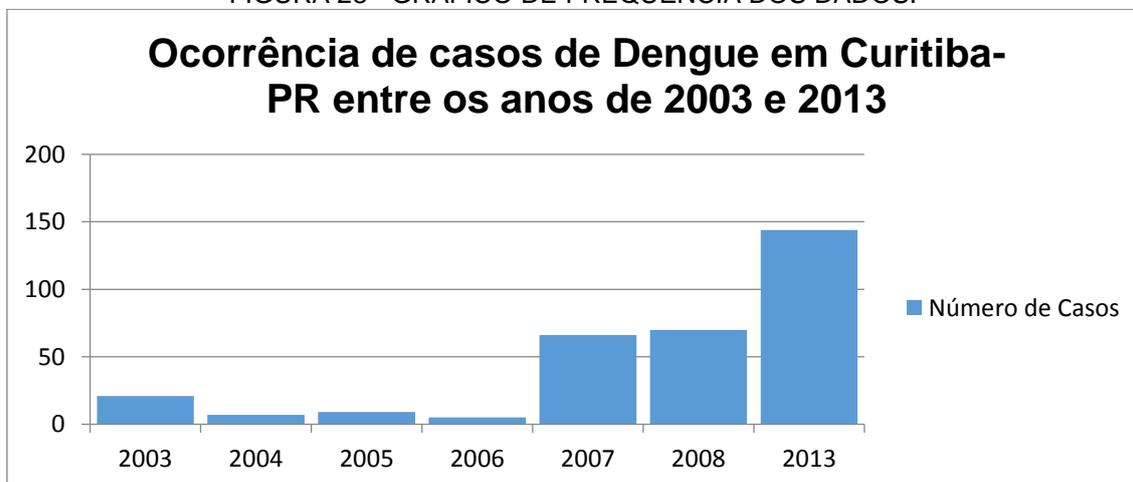
### 3.5.3 Método de classificação dos dados

Partindo da definição teórica descrita no item 2.4, classificaram-se os dados de incidências da doença Dengue dos anos de 2003 a 2013, com o intuito de definir qual método de classificação é o mais adequado para construir os mapas temáticos coroplético.

Para a construção do mapa temático coroplético de incidência de doença em distritos sanitários, primeiro definiu-se em quantas classes os dados seriam distribuídos. O número de classes a ser utilizado foi estipulado a partir da divisão dos dados brutos em 5 grupos. Isto pode ser embasado em SLOCUM *et al.* (2009) que defende que “dados para um mapa coroplético devem ser agrupados em cinco classes [...]”.

Para definir o melhor método que representa a variação dos dados brutos, foram feitas análises através de um gráfico de frequência dos dados para verificar o comportamento da distribuição dos dados no conjunto. O gráfico de frequência dos dados pode ser visualizado abaixo.

FIGURA 28 - GRÁFICO DE FREQUÊNCIA DOS DADOS.



FONTE: A autora (2016).

Pode-se observar que os dados não se apresentam com variação linear.

O conjunto não apresenta distribuição normal entre os dados, pois estes se distribuem de forma assimétrica. Isto indica que os dados não variam simetricamente entorno da média do conjunto.

Estas análises foram utilizadas para decidir o método de classificação dos dados para a construção do mapa coroplético de distribuição de incidências de Dengue nos distritos sanitários e está descrito no item 4.

## 4. RESULTADOS E ANÁLISES

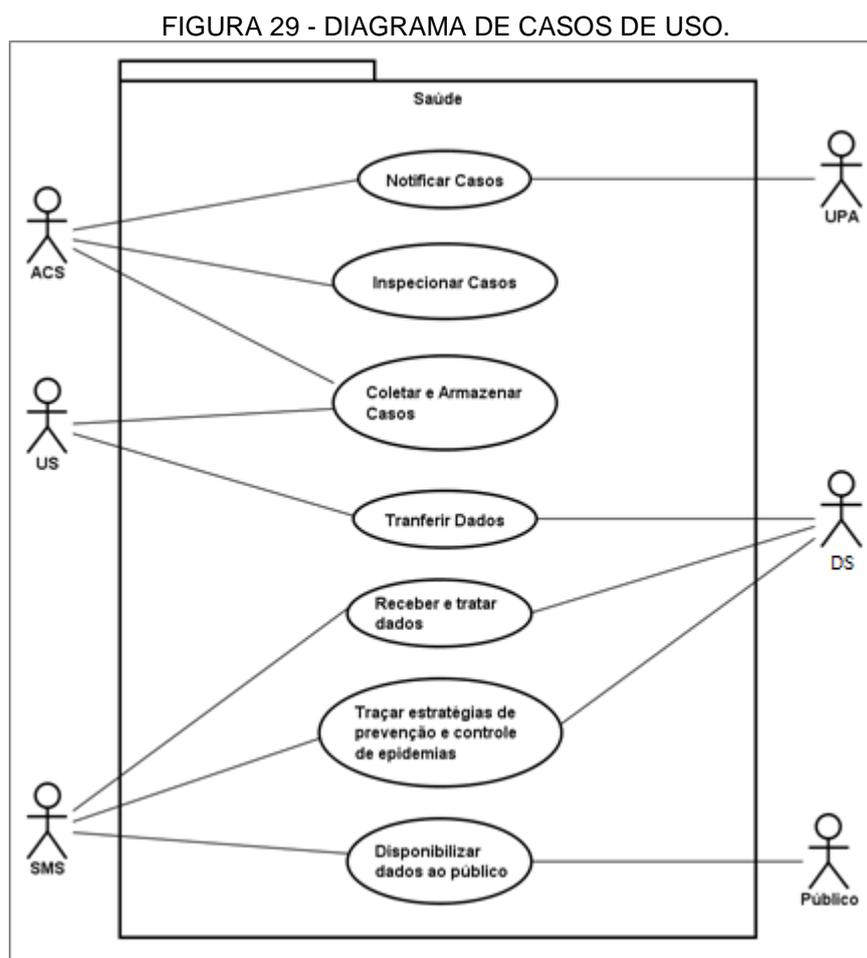
### 4.1 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

Como já citado no item 3.2.2, foram feitos questionamentos a uma profissional da saúde para melhor entendimento de como funciona a vigilância epidemiológica na rede de saúde pública do Município de Curitiba-PR. Estes questionamentos estão descritos abaixo:

- 1) **Questão 01:** Como as informações de incidências de doenças são coletadas? **Resposta:** As informações são coletadas pelos Agentes Comunitários de Saúde (ACSs), que investigam e confirmam incidências de doenças notificadas pelas Unidades de Pronto Atendimento (UPAs); e pelas Unidades de Saúde (USs) dos bairros que recebem pacientes para o diagnóstico e tratamento de doenças. Estes números de incidências são armazenados nas próprias Unidades de Saúde (USs).
- 2) **Questão 2:** Como estes dados são concentrados? **Resposta:** Estes dados são repassados para a pessoa responsável pelo gerenciamento de cada Unidade de Saúde (US) e são armazenados em tabelas. Estas tabelas, por sua vez, são repassadas para o Distrito Sanitário (DS) a que a Unidade de Saúde (US) pertence, que por fim são enviadas para Secretaria Municipal de Saúde (SMS).
- 3) **Questão 3:** Como estes dados são repassados de uma unidade de gerência a outra? **Resposta:** Os dados tabelados são repassados por email.
- 4) **Questão 4:** É utilizado algum sistema, ou outro meio, que permita a visualização espacial dos dados? **Resposta:** Os dados alfanuméricos são cadastrados em um sistema de informação de agravos de doenças, o SINAN, que é um sistema desenvolvido pelo Ministério da Saúde. Porém, estes dados só são visualizados espacialmente no Distrito Sanitário através de um mapa analógico dos Distritos Sanitários de Curitiba disponibilizado pelo IPPUC. Neste mapa, as incidências de doenças são representadas por adesivos coloridos com a informação de sua quantidade, em que cada cor representa uma doença diferente.

## 4.2 MODELAGEM DO SISTEMA

Como resultado da etapa de modelagem do sistema, obteve-se o seguinte cenário do diagrama de casos de uso.



FONTE: A autora (2016).

O cenário é formado pelos atores:

- US: Unidade de Saúde
- ACS: Agente Comunitário de Saúde
- UPA: Unidade de Pronto Atendimento
- DS: Distrito Sanitário
- SMS: Secretaria Municipal de Saúde

Cada ator está relacionado a uma ação que compõe o cenário de funcionamento do setor de saúde do município, sendo a unidade de saúde

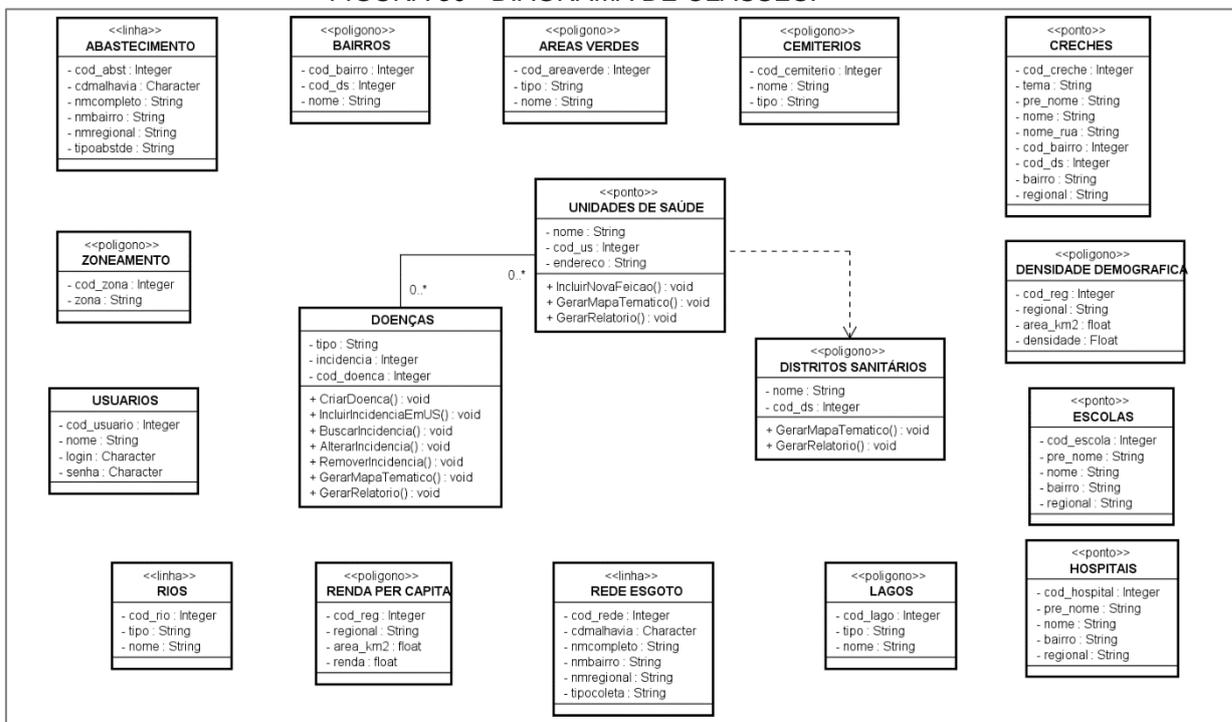
responsável por notificar ocorrências de doenças, inspecionar estas ocorrências, coletar e armazenar esses dados e transferi-los a outros atores. No caso da inspeção das ocorrências de saúde, o ator responsável é o Agente Comunitário de Saúde (ACS) que está vinculado a uma unidade de saúde. O ator UPA apenas notifica as ocorrências às unidades de saúde vinculadas, e, dependendo do caso, transfere o paciente à unidade de saúde mais próxima.

O distrito sanitário é responsável por coletar e armazenar dados de incidências de doenças, tratar os dados recebidos (uma vez que os dados de todas as unidades de saúde sobre sua regência são unificados), transferir os dados à Secretaria Municipal de Saúde, e traçar estratégias de prevenção e controle de epidemias dentro do seu limite administrativo.

Por sua vez, a Secretaria Municipal de Saúde recebe e trata os dados vindos dos distritos sanitários, disponibiliza estes dados ao público por meio de boletins e traça estratégias de prevenção e controle de epidemias juntamente com os distritos sanitários.

Outro resultado obtido nesta etapa de modelagem do sistema foi o seguinte diagrama de classes.

FIGURA 30 - DIAGRAMA DE CLASSES.



FONTE: A autora (2016).

No diagrama de classes estão as classes que irão compor o sistema, com seus atributos essenciais e as operações de que faz parte.

As classes se relacionam entre si através de chaves primárias, que são atributos comuns às classes.

A classe Distrito Sanitário se relaciona com a classe Unidade de Saúde na forma de agregação, ou seja, em um distrito sanitário pode haver nenhuma ou várias unidades de saúde. A chave primária neste caso é o código do distrito sanitário.

A classe Unidade de Saúde, além da relação já descrita com a classe Distrito Sanitário, possui relacionamento com a classe Doenças em proporção muitos-para-muitos, ou seja, nenhuma ou várias unidades de saúde podem conter doenças, e nenhuma ou várias doenças podem estar contidas em unidades de saúde.

Para que seja possível o relacionamento muitos-para-muitos, criou-se uma tabela de relacionamento entre as classes Doenças e Unidade de Saúde, contendo como chaves estrangeiras o código da unidade de saúde e o código da doença, desta maneira é possível multiplicar os códigos de maneira que o código da chave primária seja único.

Os métodos atribuídos à tabela de Doenças consistem em:

- CriarDoenca: este método é responsável por incluir uma nova descrição de doença na tabela;
- IncluirIncidenciaEmUS: este método inclui um número novo de incidência de uma doença específica em uma unidade de saúde específica na tabela de relacionamento entre eles;
- BuscarIncidencia: este método é responsável por retornar uma lista de incidências de uma doença específica distribuída em unidades de saúde;
- AlterarIncidencia: este método permite que os dados cadastrados sobre a incidência de uma doença em uma unidade de saúde sejam modificados;
- RemoverIncidencia: este método permite que os dados cadastrados sobre a incidência de uma doença em uma unidade de saúde sejam excluídos do banco de dados;

- GerarMapaTematico: este método permite que os dados de incidências de uma doença sejam espacializados na base cartográfica por meio de mapas temáticos;

- GerarRelatorio: este método permite que os dados de incidências de uma doença sejam representados por meio de tabelas e gráficos.

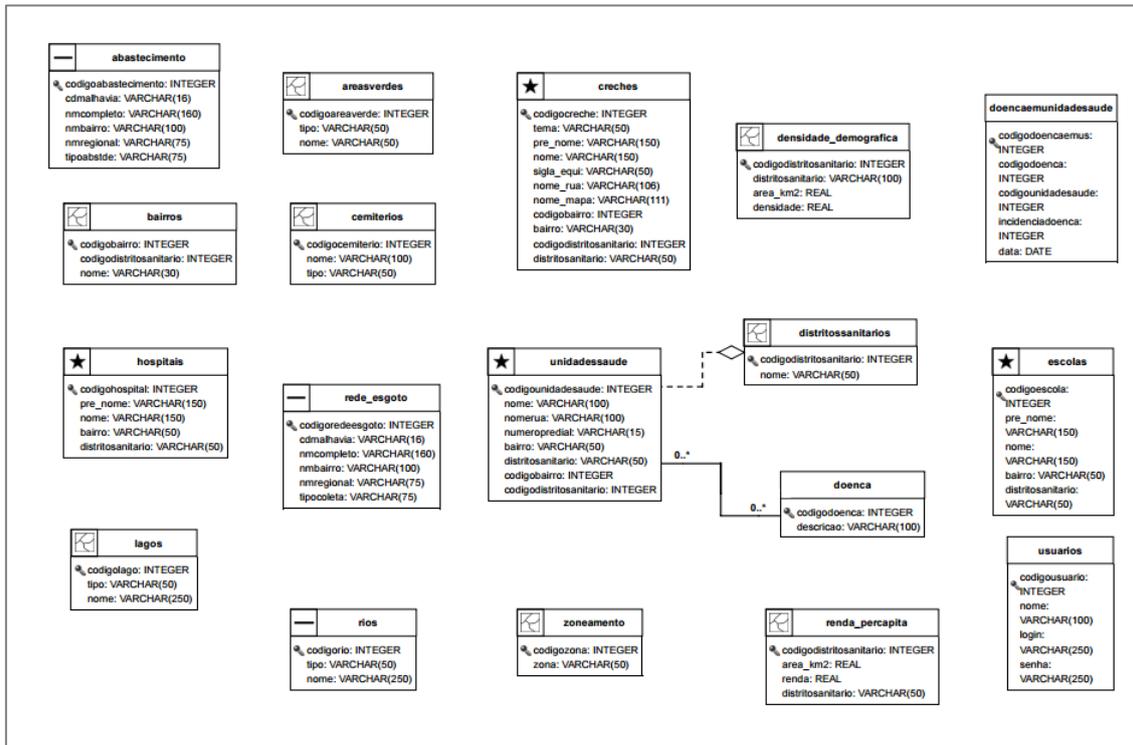
Os métodos atribuídos à tabela de Unidade de Saúde consistem em:

- IncluirNovaFeicao: este método é responsável por incluir uma nova feição gráfica de unidade de saúde na base cartográfica, além de dados referentes à ela;

Os métodos atribuídos à tabela de Unidades de Saúde e à tabela de Distrito Sanitário - GerarMapaTematico e GerarRelatorio - são comuns aos da tabela de Doenças, e já foram descritos anteriormente.

Também foi gerado um diagrama OMT-G que serve como fundamentação para a construção da estrutura física de um banco de dados geográfico. Este diagrama pode ser visualizado na figura abaixo.

FIGURA 31 - DIAGRAMA OMT-G.



FONTE: A autora (2016).

Neste diagrama estão especificadas as geometrias de cada classe, seus atributos, o tipo dos atributos e o seu tamanho. Também são mostrados os tipos de relacionamento entre classes.

#### 4.3 MAPAS TEMÁTICOS

De acordo com o tema de cada mapa, com análises descritas no item 3.5, e com definições de Slocum (2009) presentes no item 2.4, foram definidos os níveis de mensuração, e as variáveis visuais que podem ser vistas nos quadros abaixo:

QUADRO 07 - NÍVEIS DE MENSURAÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS.

<b>Tema</b>	<b>Nível de Mensuração</b>
Incidência de Doença em todas as Unidades de Saúde	Numérico
Incidência de Doença nas Unidades de Saúde de um Distrito Sanitário Específico	Numérico
Incidência de Doença em Distritos Sanitários	Numérico

FONTE: A autora (2016)

QUADRO 08 - VARIÁVEIS VISUAIS DOS MAPAS TEMÁTICOS.

<b>Tema</b>	<b>Primitiva Gráfica</b>	<b>Nível de Mensuração</b>	<b>Variável Visual</b>
Incidência de Doença em todas as Unidades de Saúde	Ponto	Quantitativo	Tamanho
Incidência de Doença nas Unidades de Saúde de um Distrito Sanitário Específico	Ponto	Quantitativo	Tamanho
Incidência de Doença em Distritos Sanitários	Área	Quantitativo	Cor

FONTE: A autora (2016)

Estas definições mostradas nas tabelas acima foram utilizadas para implementar métodos de ferramentas de análise do *Add-In* que geram mapas temáticos de incidência de doença em unidades de saúde e em distritos sanitários.

Neste trabalho, só foi possível gerar o mapa temático coroplético de incidência de doença em distritos sanitários, pois os dados obtidos não foram suficientes para gerar os mapas coropléticos de símbolos pontuais proporcionais referentes à incidência de doença em unidades de saúde.

#### 4.4 IMPLEMENTAÇÃO

Os dados utilizados para o estudo de caso deste trabalho limitaram o desenvolvimento de ferramentas de análise do sistema. Como só pode ser disponibilizado dados referentes aos distritos sanitários, a representatividade do fenômeno foi afetada. O ideal seria a implementação de uma ferramenta que permita a análise de incidência de doenças através da localização geoespacial dos pacientes acometidos por essas doenças, para melhor representatividade do fenômeno. Porém, a rede de saúde pública não disponibiliza estes dados, que são tidos como sigilosos.

Portanto, para testar a eficiência do *Add-In* implementado, utilizou-se dados de incidências da doença Dengue nos distritos sanitários, disponíveis nos boletins epidemiológicos dos anos de 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 e 2014 no site da Secretaria Municipal de Saúde de Curitiba-PR. Estes dados são referentes aos anos de 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 e 2013 e podem ser visualizados no quadro abaixo.

QUADRO 09 – INCIDÊNCIA DE DENGUE NOS DISTRITOS SANITÁRIOS NO PERÍODO DE 2003 A 2013.

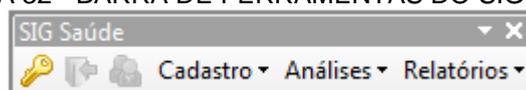
Distrito Sanitário	Ano							Soma
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2013	
Matriz	2	3	2	1	15	23	23	69
Boa Vista	4	1	0	1	9	10	25	50
Boqueirão	6	0	3	1	12	10	23	55
CIC	0	0	0	0	6	6	20	32
Pinheirinho	1	0	0	0	3	4	15	23
Portão	3	2	2	2	13	13	27	62
Cajuru	5	1	2	0	8	6	17	39

Santa Felicidade	2	0	0	1	2	3	6	14
Bairro Novo	1	0	0	0	3	2	9	15
Soma	24	7	9	6	71	77	165	359

FONTE: A autora (2016).

Inicialmente, para ter acesso às ferramentas do *Add-In*, é necessário clicar no botão de *login*  na barra de ferramentas SIG Saúde (Figura 32).

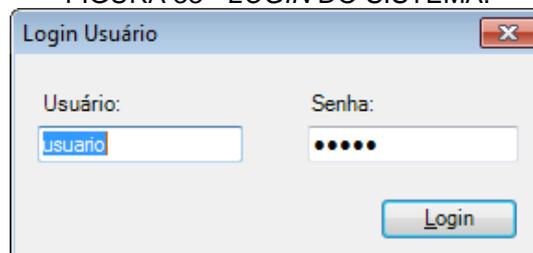
FIGURA 32 - BARRA DE FERRAMENTAS DO SIG SAÚDE.



FONTE: A autora (2016).

Ao clicar no botão de *login*, o *Add-In* abre um formulário para que seja feita a validação do usuário. Desta maneira, é necessário entrar com os dados de usuário e senha válidos para poder acessar às demais ferramentas do *Add-In* (Figura 33).

FIGURA 33 - LOGIN DO SISTEMA.

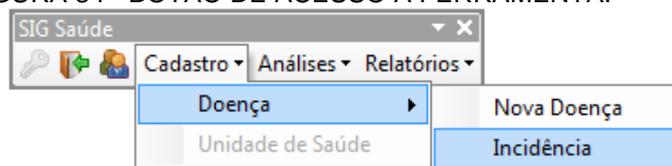


FONTE: A autora (2016).

Ao validar o acesso ao *Add-In*, todas as ferramentas ficam ativas. Os usuários que tem acesso às ferramentas do *Add-In* podem ser gerenciados com a ferramenta de gerenciamento de usuários que pode ser acessada ao clicar no botão . Ao finalizar a utilização das ferramentas disponíveis no *Add-In*, é possível desconectar o usuário clicando no botão de *logout* .

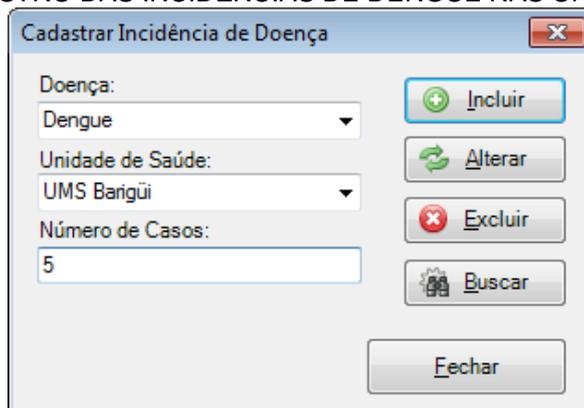
Ao acessar as ferramentas do *Add-In*, foram cadastrados os dados de incidência de Dengue na ferramenta de cadastro de incidência de doença em unidades de saúde (Figura 34), que pode ser acessada através do botão "Incidência", no submenu Doença do menu Cadastro (Figura 35).

FIGURA 34 - BOTÃO DE ACESSO À FERRAMENTA.



FONTE: A autora (2016).

FIGURA 35 - CADASTRO DAS INCIDÊNCIAS DE DENGUE NAS UNIDADES DE SAÚDE.



FONTE: A autora (2016).

Este procedimento foi realizado para todos os dados de incidências de Dengue disponíveis nos boletins epidemiológicos, em que foram discriminados a doença no campo “Doença”, a unidade de saúde no campo “Unidade de Saúde”, e a incidência da doença no campo “Número de Casos” e clicado no botão “Incluir” para que fossem cadastrados no banco de dados.

É possível realizar a inserção de dados de outras doenças além da Dengue. O *Add-In* possui uma ferramenta de inserção de nova descrição de doença no banco de dados. Esta ferramenta é chamada “Nova Doença”, e está presente no submenu Doença, no menu Cadastro.

O *Add-In* também contém uma ferramenta de inserção de geometrias de novas unidades de saúde. A inserção é feita por cópia de uma geometria já existente, e os dados da unidade de saúde são cadastradas no banco de dados através da discriminação de informações no formulário da ferramenta. Esta ferramenta pode ser acessada através do botão “Unidade de Saúde” no menu Cadastro.

Após a inserção dos dados de incidência da doença Dengue nas unidades de saúde, é possível gerar mapas com diferentes temas. O sistema

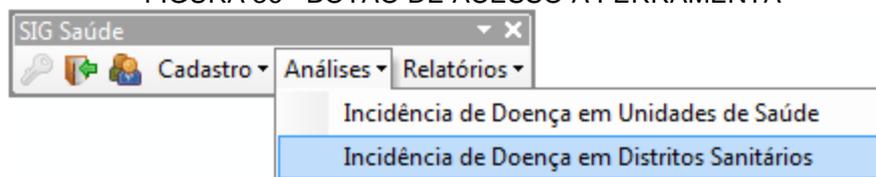
também pode gerar mapas temáticos de símbolos pontuais proporcionais de incidências de doenças em todas as unidades de saúde e também em unidades de saúde de apenas um distrito sanitário específico.

Porém, estes mapas não foram utilizados neste estudo de caso, pois não havia dados disponíveis suficientes para a análise do fenômeno de distribuição espacial de Dengue entre as unidades de saúde, uma vez que a Secretaria Municipal de Saúde de Curitiba-PR só disponibiliza dados de incidências de doenças em distritos sanitários. Estas ferramentas podem ser acessadas através do botão “Incidência de Doença em Unidades de Saúde”, no menu Análises.

O método de classificação escolhido para construir o mapa coroplético de incidência de Dengue nos distritos sanitários foi o de Quebras Naturais ou *Jenks*. A definição do método se deu por análises realizadas de comportamento dos dados que já foram especificados no item 3.5.3. Como os dados não se distribuem de maneira linear nem normal pela amostra, concluiu-se que os demais métodos de classificação não seriam adequados para utilizar neste conjunto de dados, pois interfeririam na mostra real da variação do conjunto. A projeção cartográfica adotada para os mapas foi a UTM Zona 22S com Sistema de Referência SIRGAS2000.

Para que se tivesse uma visão ampla da distribuição do fenômeno nos distritos sanitários de Curitiba-PR, gerou-se um mapa temático coroplético a partir da ferramenta de análise de doença em distritos sanitários nos anos de 2003, 2007, 2008 e 2013 (figuras 36, 37, e 38). Os dados de casos de Dengue referentes aos anos 2004, 2005 e 2006 não fizeram parte da análise, pois eram insuficientes.

FIGURA 36 - BOTÃO DE ACESSO À FERRAMENTA

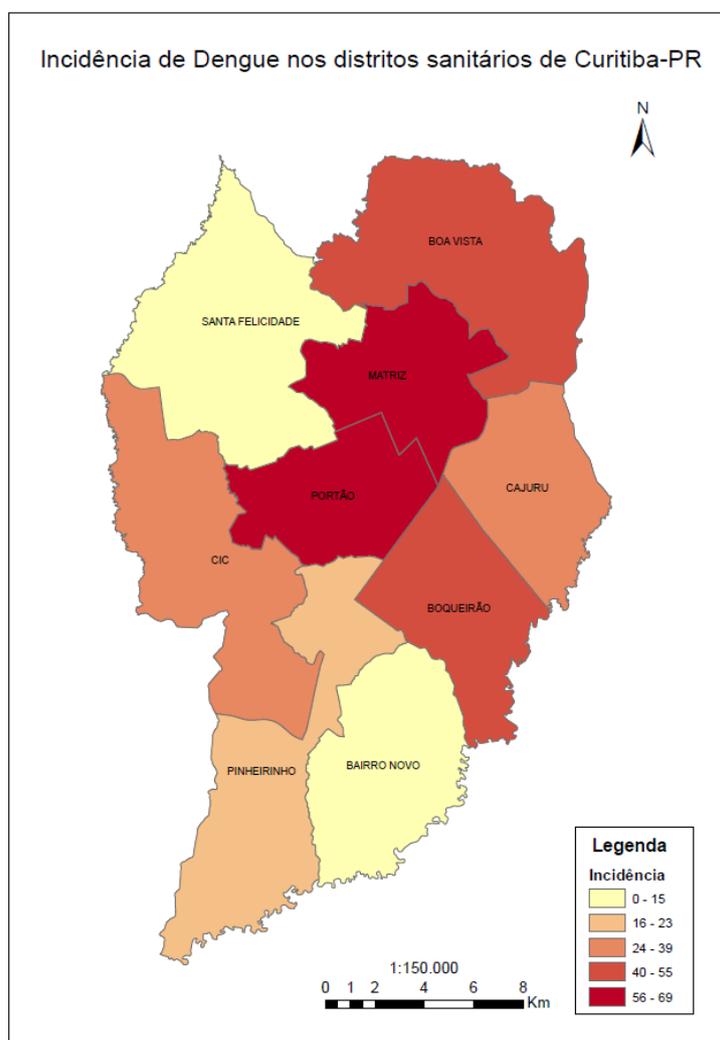


FONTE: A autora (2016).

FIGURA 37 - ANÁLISE DAS INCIDÊNCIAS DE DENGUE NOS DISTRITOS SANITÁRIOS NO PERÍODO DE 2003 A 2016.

FONTE: A autora (2016).

FIGURA 38 - MAPA DE INCIDÊNCIA DE DENGUE NOS DISTRITOS SANITÁRIOS NOS ANOS DE 2003, 2007, 2008 E 2013.



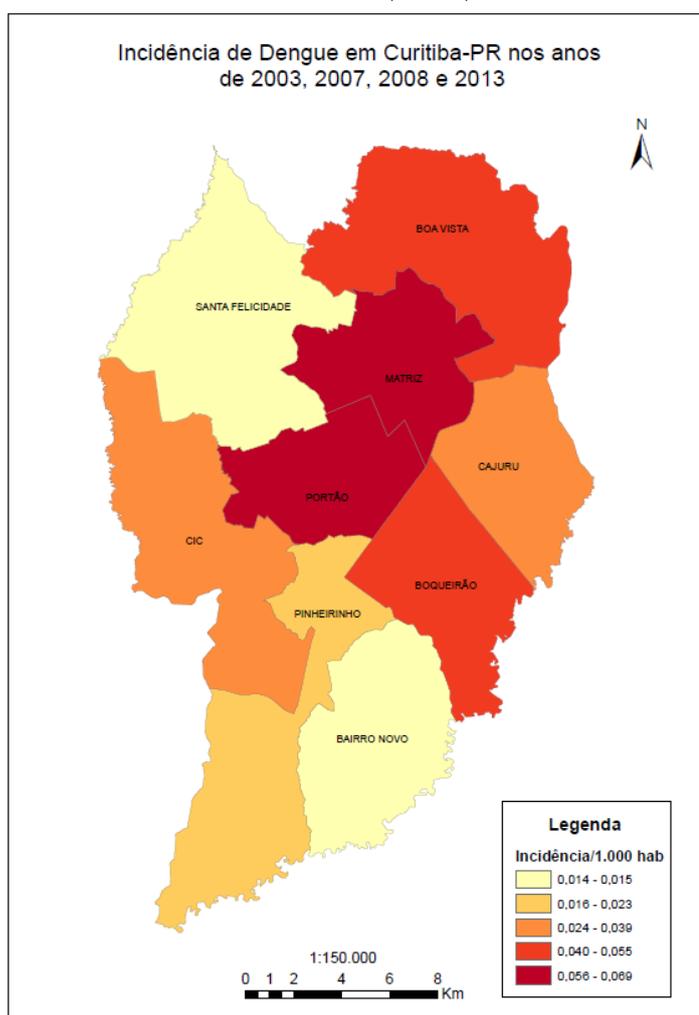
FONTE: A autora (2016).

Observa-se no mapa da Figura 38 que os distritos sanitários mais acometidos pela Dengue durante os anos de 2003 a 2013 foram os da Regional

Portão e Regional Matriz, tendo 69 casos da doença na Regional Matriz e 62 na Regional Portão.

Para verificar se o mapa gerado representava o fenômeno de maneira coerente, gerou-se um mapa normalizado, ou seja, as incidências de Dengue foram divididas por mil habitantes, para que se pudesse testar a representatividade dos dados. O resultado obtido foi o mesmo que o mapa gerado pela ferramenta do sistema desenvolvido e pode ser observado abaixo.

FIGURA 39 - MAPA NORMALIZADO DE INCIDÊNCIA DE DENGUE NOS DISTRITOS SANITÁRIOS NOS ANOS DE 2003, 2007, 2008 E 2013.

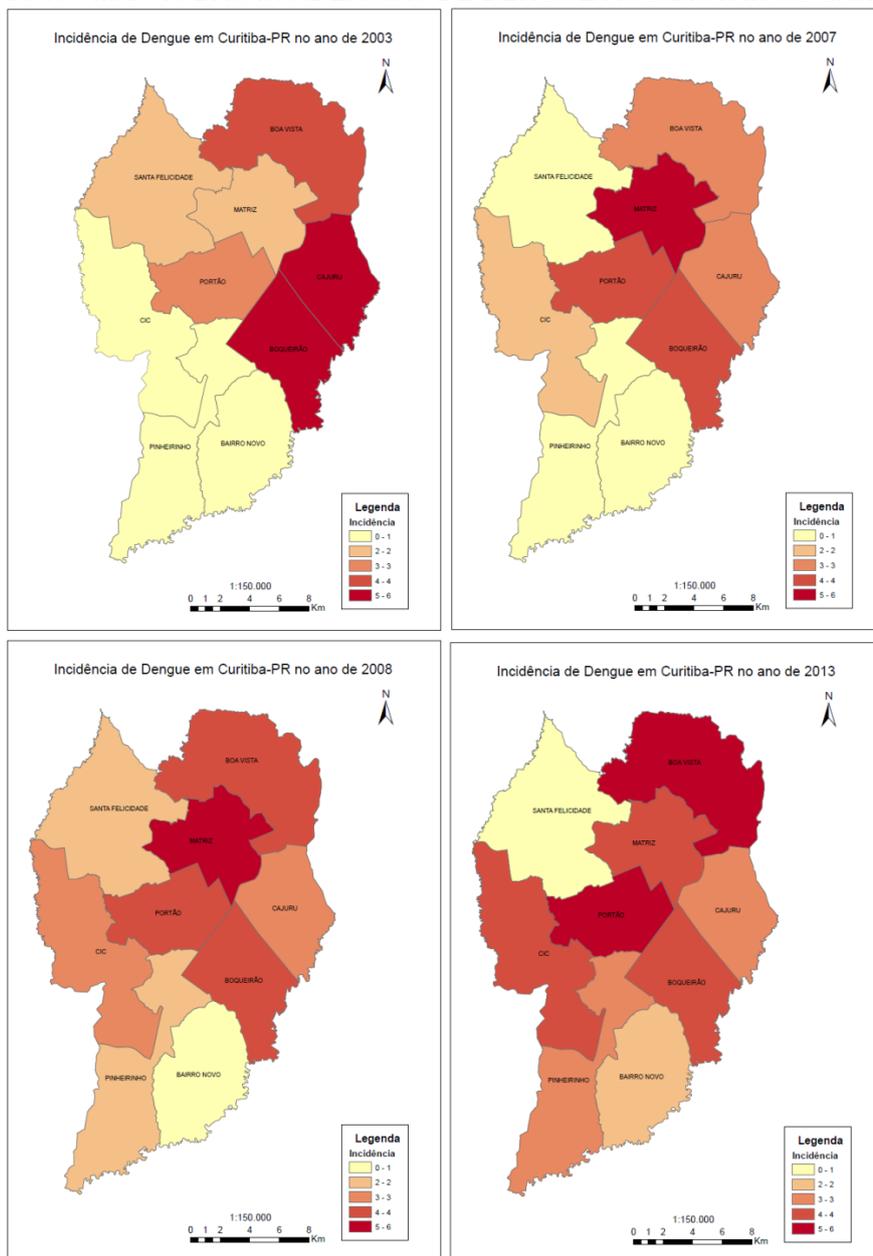


FONTE: A autora (2016).

Com a mesma ferramenta foram gerados mapas de incidência de Dengue a cada ano dentro do período de 2003 a 2013 para visualizar a evolução da doença entre os anos. Como está implementado no código do sistema para os mapas serem gerados com os dados classificados em 5 cinco classes, os

anos de 2004, 2005 e 2006 não tiveram mapas gerados pois não continham dados suficientes para serem classificados no número de classes estipulado. Os mapas coropléticos de incidência de Dengue nos distritos sanitários nos anos de 2003, 2007, 2008 e 2013 podem ser visualizados na figura a seguir.

FIGURA 40 - MAPAS DAS INCIDÊNCIAS DE DENGUE NOS DISTRITOS SANITÁRIOS.

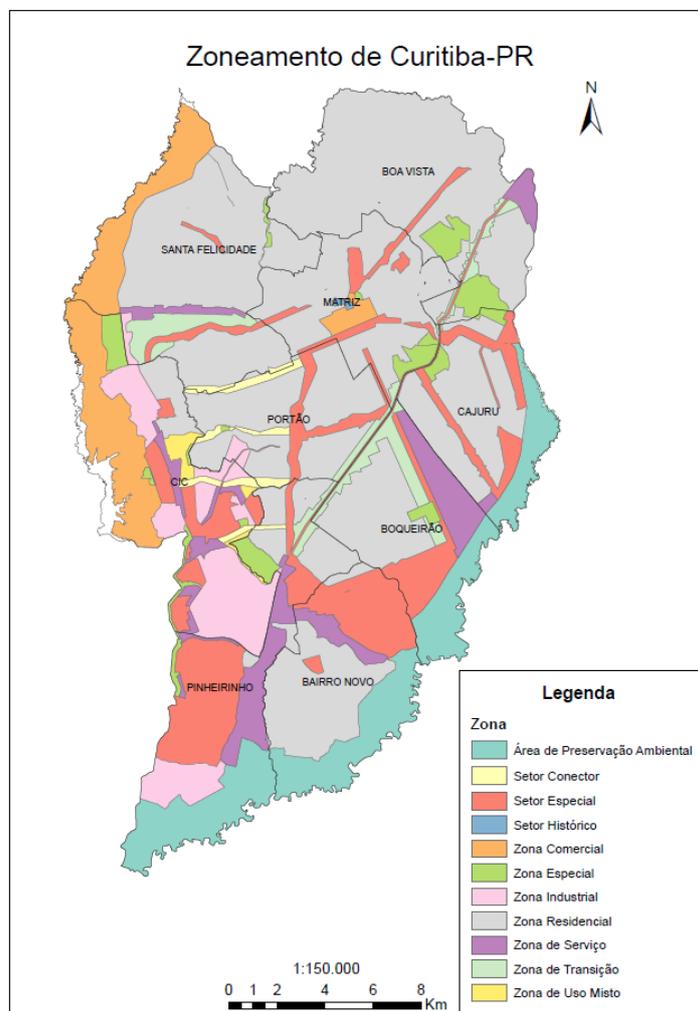


FONTE: A autora (2016).

Observa-se que os distritos sanitários Matriz e Portão apresentam as maiores incidências em praticamente todos os anos do período de 2003 a 2013.

Estes dois distritos sanitários têm atividade predominantemente residencial, como pode ser visto na figura abaixo.

FIGURA 41 - ZONEAMENTO DE CURITIBA-PR.

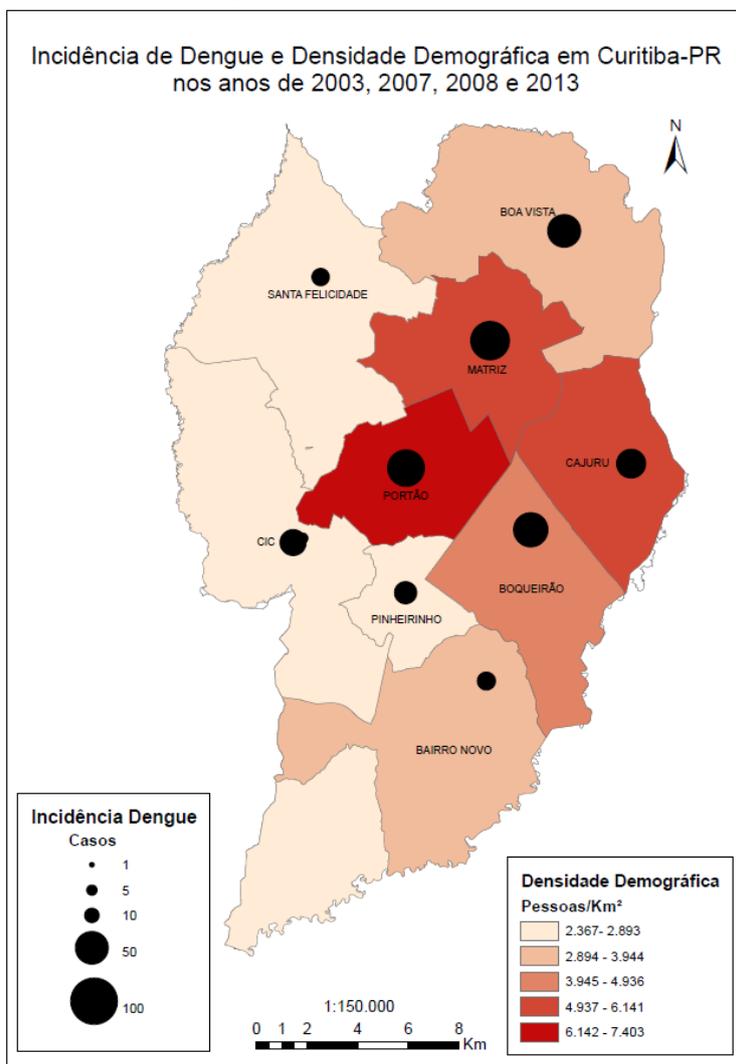


FONTE: A autora (2016).

Analisando os dados de densidade demográfica (Figura 42), observa-se que os dois distritos sanitários são um dos mais povoados do município, sendo este um dos fatores críticos para o surto de epidemias. O alto índice de povoação de um local é um fator potencial de surgimento de criadouros do mosquito *Aedes aegypti*, pois aonde existe uma grande concentração de pessoas, maior é o número de casas – já que os dois distritos sanitários são predominantemente residenciais - que podem ter recipientes que acumulam água; há maior número de veículos, assim cresce a quantidade de pneus que podem servir de criadouro

para o mosquito; e também o acúmulo de lixo – que podem conter água parada – acontece em maior quantidade.

FIGURA 42 - MAPA DE INCIDÊNCIA DE DENGUE NOS ANOS DE 2003, 2007, 2008 E 2013 E DENSIDADE DEMOGRÁFICA DE CURITIBA-PR NO CENSO DE 2010 DO IBGE.



FONTE: A autora (2016).

Para uma melhor análise da influência da densidade demográfica na incidência de Dengue nos distritos sanitários, calculou-se um índice de incidência de Dengue por densidade demográfica para cada distrito sanitário, que pode ser visualizado no quadro abaixo.

QUADRO 10 – ÍNDICE DE INCIDÊNCIA DE DENGUE POR DENSIDADE DEMOGRÁFICA

Distrito Sanitário	Ano							Soma	Incidência/Densidade Demográfica
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2013		
Matriz	2	3	2	1	15	23	23	69	0,013
Boa Vista	4	1	0	1	9	10	25	50	0,012
Boqueirão	6	0	3	1	12	10	23	55	0,011
CIC	0	0	0	0	6	6	20	32	0,011
Pinheirinho	1	0	0	0	3	4	15	23	0,009
Portão	3	2	2	2	13	13	27	62	0,008
Cajuru	5	1	2	0	8	6	17	39	0,006
Santa Felicidade	2	0	0	1	2	3	6	14	0,006
Bairro Novo	1	0	0	0	3	2	9	15	0,004
Soma	24	7	9	6	71	77	165	359	0,080

FONTE: A autora (2016).

Este índice testa se a densidade demográfica é um fator que realmente afeta o número de casos de Dengue nos distritos sanitários. Como pode ser observado na tabela acima, o maior índice de Dengue por densidade demográfica pertence ao distrito sanitário Matriz, que é o que contém a maior incidência de Dengue dentro do período 2003 a 2013 e uma das maiores taxas de densidade demográfica do município, de acordo com o censo do IBGE de 2010.

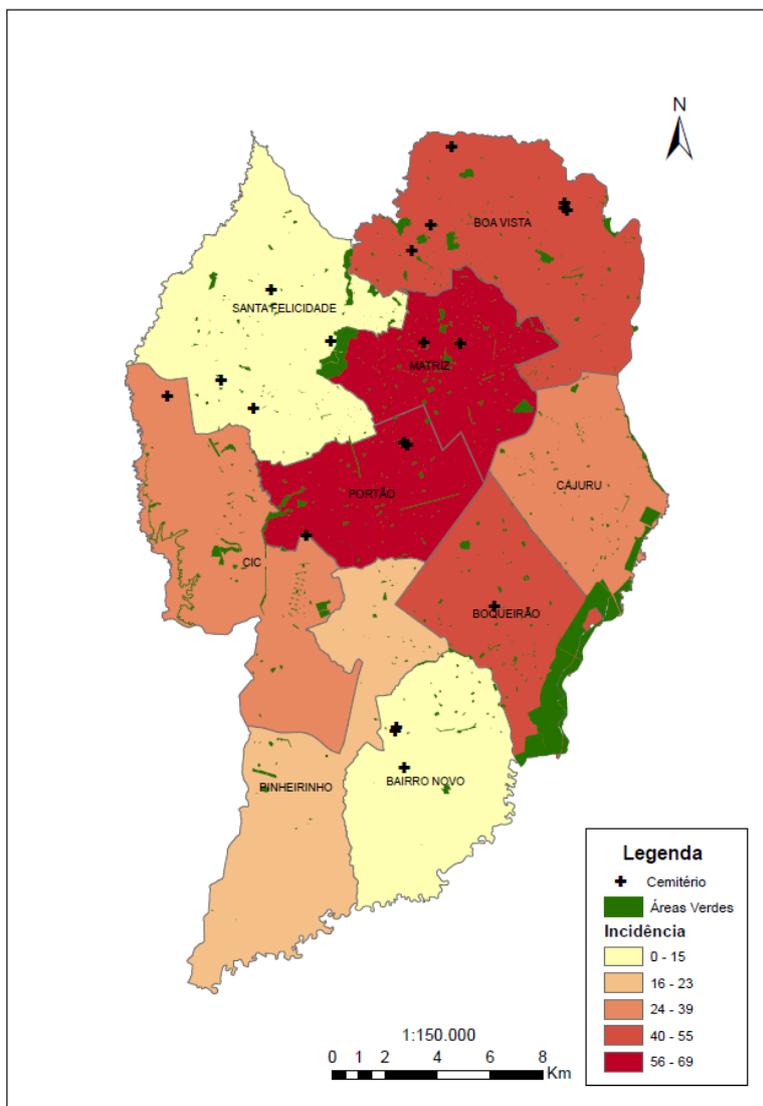
Outro aspecto relevante para ser observado são as áreas verdes presentes nas regiões de maior incidência de Dengue. Na Figura 43 observa-se que os dois distritos sanitários que contém maiores incidências de Dengue apresentam áreas verdes – de acordo com o IPPUC, são no total 215 no distrito sanitário Matriz e 123 no distrito sanitário Portão<sup>13</sup> - o que pode acarretar o surgimento de criadouros do mosquito *Aedes aegypti* nos corpos d'água e alguns tipos de vegetação existentes, como é o caso do Passeio Público, que possui um lago em seu interior.

Nestes dois distritos sanitários mais acometidos pela Dengue também se encontram 4 cemitérios (Figura 43). Cemitérios possuem vários objetos que podem servir de criadouros de mosquito, como tumbas, vasos de plantas, e castiçais. Estes locais possuem, normalmente, um baixo fluxo de pessoas,

<sup>13</sup> Informação disponível no site: < <http://www.ippuc.org.br/> >.

fazendo com que a probabilidade de surgimento de criadouros do mosquito *Aedes aegypti* seja maior que outros locais mais visitados, pela pouca vigilância de recipientes com água parada.

FIGURA 43 - CEMITÉRIOS E ÁREAS VERDES EM CURITIBA-PR EM 2015.

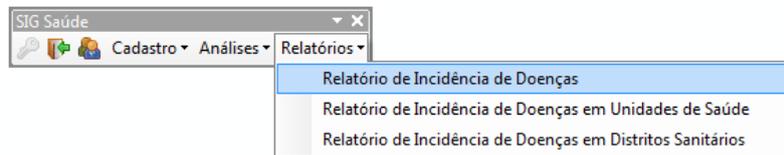


FONTE: A autora (2016).

Para apoio às análises visuais, é possível utilizar a ferramenta de relatório para visualizar os números de incidências de doenças nos distritos sanitários e sua distribuição e também a série histórica da doença. Esta ferramenta pode ser acessada através do botão “Relatório de Incidência de Doenças” no menu Relatórios (Figura 44), e foi utilizada para melhor analisar a

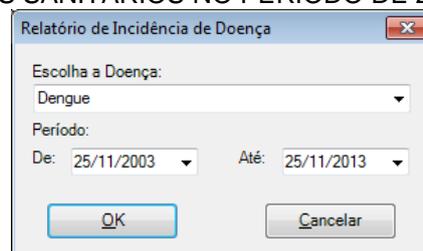
evolução da Dengue no município de Curitiba-PR durante o período de 2003 a 2013 (figura 45 e 46).

FIGURA 44 - BOTÃO DE ACESSO À FERRAMENTA.



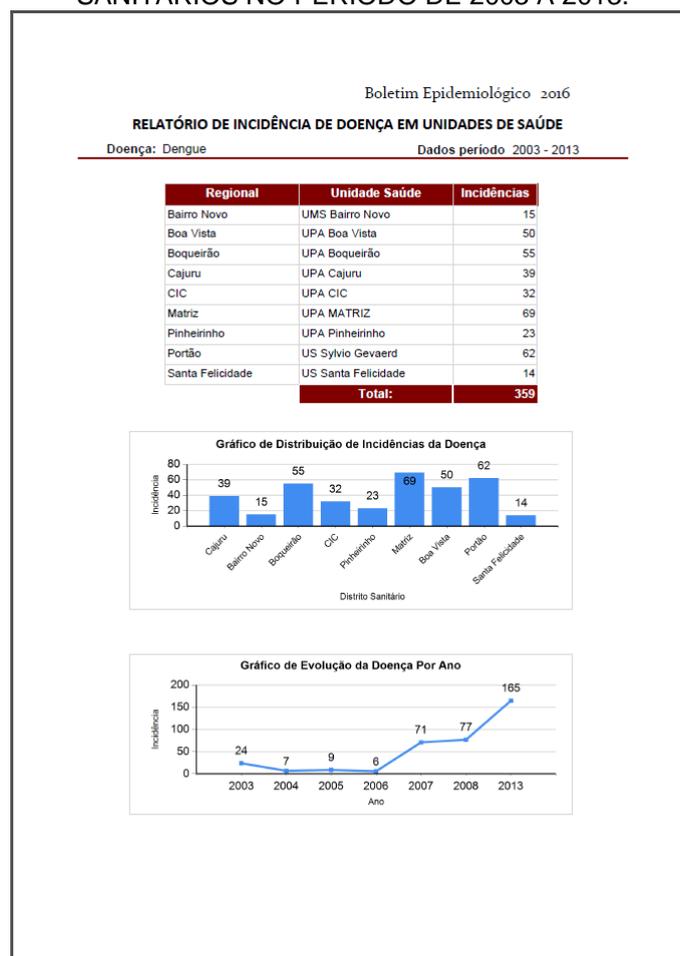
FONTE: A autora (2016).

FIGURA 45 - FERRAMENTA DE RELATÓRIO DE INCIDÊNCIA DE DENGUE EM TODOS OS DISTRITOS SANITÁRIOS NO PERÍODO DE 2003 A 2013.

A imagem mostra uma caixa de diálogo intitulada 'Relatório de Incidência de Doença'. Ela contém um campo de seleção rotulado 'Escolha a Doença:' com 'Dengue' selecionado. Abaixo, há um campo rotulado 'Período:' com dois campos de data: 'De: 25/11/2003' e 'Até: 25/11/2013'. Na base da caixa, há dois botões: 'OK' e 'Cancelar'.

FONTE: A autora (2016).

FIGURA 46 - RELATÓRIO DE INCIDÊNCIA DE DENGUE EM TODOS OS DISTRITOS SANITÁRIOS NO PERÍODO DE 2003 A 2013.



FONTE: A autora (2016).

No gráfico de distribuição dos casos da Dengue entre os distritos sanitários pode-se observar que os mais acometidos pela doença no período de 2003 a 2013 são o da Matriz e o Portão, o que confirma o fenômeno representado nos mapas gerados.

No gráfico de evolução da doença, pode ser observado que os casos de Dengue tiveram um aumento significativo a partir de 2006, registrando em 2007 um número quase 12 vezes maior que o ano anterior, e desde então só vem aumentando.

Vale ressaltar que os casos de dengue registrados no município de Curitiba-PR podem ter duas naturezas: autóctone e importada. Casos autóctones se referem àqueles que foram contraídos na própria cidade, e os importados são aqueles em que moradores da cidade contraíram a doença em outros municípios. Os boletins epidemiológicos – exceto o referente aos dados

de 2013 – não apresentam informações suficientes para fazer a diferenciação da natureza dos casos, logo, não se pode concluir neste trabalho se os números registrados no município no período de estudo são referentes a casos da Dengue contraídos na própria cidade ou não.

O mosquito *Aedes aegypti* - que é o vetor da Dengue – só transmite a doença quando está infectado e infectivo. Ou seja, a fêmea do mosquito, que pica para amadurecer seus ovos, se torna infectada quando suga o sangue de alguém doente e o vírus se aloja em seu estômago. Após 12 dias essa mesma fêmea se torna infectiva, que é quando o vírus se espalha por seu corpo chegando a suas glândulas salivares, podendo então transmitir o vírus a outras pessoas. (INSTITUTO OSWALDO CRUZ).

Portanto, independente da natureza dos casos confirmados da Dengue, a principal preocupação é a proliferação do vetor da doença, pois, uma vez infectado com o vírus a partir de uma pessoa já doente, pode contaminar outras pessoas saudáveis, formando uma epidemia de Dengue pela cidade.

Desta forma, o sistema desenvolvido neste projeto se torna uma ferramenta importante no apoio ao combate ao mosquito *Aedes aegypti*, pois a sua utilização proporciona a compreensão da influência de fatores ambientais e socioeconômicos em locais de maior transmissão da doença em estudo, através dos mapas apresentados.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A solução desenvolvida neste trabalho agrega ferramentas eficientes para a espacialização de casos de Dengue - e demais doenças - proporcionando a visualização de áreas com maior incidência da doença, e a análise da influência de fatores ambientais e socioeconômicos.

A solução desenvolvida também pode minimizar alguns problemas de representação dos dados e de comunicação entre os níveis de administração da rede de saúde pública de Curitiba-PR.

Atualmente, a comunicação entre as agências de saúde, e a transferência de dados, se dá de forma digital por correspondência eletrônica (*e-mail*), em que cada gestor de Unidade de Saúde envia os dados para o Distrito Sanitário a que pertence. Desta maneira, o profissional responsável do Distrito Sanitário deve visualizar e unificar todos os dados que lhe são enviados, tomando-lhe tempo e havendo a possibilidade de erros grosseiros nesta atividade. Da mesma maneira acontece com o profissional da Secretaria Municipal de Saúde que é responsável por unificar os dados provenientes de todos os Distritos Sanitários do município.

Caso seja feita a implantação da solução, este problema poderá ser minimizado, uma vez que se pode hospedar em um servidor comum às máquinas de trabalho dos profissionais e os dados estarão disponibilizados em rede para que todos tenham acesso a qualquer instante.

Já a espacialização de incidências de doenças se dá no Distrito Sanitário, porém, é feita em mapa analógico. Nele, o profissional responsável por esta tarefa indica o número de incidências de doenças em papel adesivo e atribui à geometria do Distrito Sanitário correspondente.

Na Secretaria Municipal de Saúde, os dados são computados e representados em tabelas e gráficos que são apresentados à comunidade em geral no Boletim Epidemiológico – disponibilizado no próprio site da Secretaria Municipal de Saúde.

Com a utilização do *Add-In* implementado, as autoridades competentes terão a possibilidade de visualizar a distribuição espacial de doenças por meio de mapas temáticos gerados automaticamente pelas ferramentas de análise.

Desta forma, podem-se fazer análises conjuntas aos mapas, utilizando os arquivos em formato *shapefile* presentes no sistema que representam aspectos reais da cidade, permitindo ao gestor atuar conforme a realidade dos locais com risco de epidemias. O *Add-In* também automatizaria a geração das tabelas e gráficos que são disponibilizados nos Boletins Epidemiológicos.

Apesar de neste trabalho terem sido utilizados dados de Curitiba-PR, a solução pode armazenar dados de outras localidades, e assim servir de apoio a planejamento de ações de combate, controle e prevenção de doenças de qualquer município.

Para que a solução desenvolvida se torne uma ferramenta mais eficiente no combate a epidemias em Curitiba-PR, como a Dengue, é necessário realizar alguns ajustes para se adequar aos requisitos dos usuários, que são sugestões de continuidade do projeto, e consistem em:

- Atualizar dados de incidência de doenças, como a Dengue, no município de Curitiba-PR, diferenciando-os de acordo com sua natureza autóctone ou importada;
- Elaborar uma nova ferramenta que gera um mapa de pontos (*DotMap*) de incidências de doença no município, para melhor representatividade do fenômeno;
- Elaborar uma nova ferramenta que permite espacializar os criadouros do mosquito *Aedes aegypti* registrados pelo programa “Operação Tira Focos – Curitiba contra o Aedes”, no caso específico da Dengue;
- Inserir imagens de satélite para compor o mapa base no sistema que recubram toda a área da cidade para que sirva de apoio à visualização de locais de alta vulnerabilidade a focos de doenças; e
- Desenvolver o sistema em uma plataforma *open source*.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, F. Zyca, Dengue e chikungunya: apps ajudam a combater o mosquito. **G1**, São Paulo. 08 mar. 2016. Seção Techtudo. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/listas/noticia/2016/03/zika-Dengue-e-chikungunya-baixar-apps-ajudam-combater-o-mosquito.html>>. Acesso em: 25 nov 2016.

ANDRADE, L. H.; AMORIM, B. S. P.; OLIVEIRA, M. G.; ALVES, A. L. F.; ABRANTE, J. N. L.; LEITE, D. F. B.; ROCHA, J. H.; BAPTISTA, C. S. **DeuZikaChico: o poder da AGI no monitoramento e combate de epidemias como a de Dengue, Zika e Chikungunya**. Trabalho apresentado no XII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, Florianópolis, 2016.

ARONOFF, S. **Geographic Information Systems: a management perspective**. Ottawa: DL Publications, 1990, 249p.

ASSIS, V. C. **Análise da qualidade das notificações de Dengue informadas no SINAN, na epidemia de 2010, em uma cidade pólo da Zona da Mata do Estado de Minas Gerais**. 67 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Política, gestão e avaliação do Sistema Único de Saúde, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

AUDI, A. Governo do PR atrasa verba para compra de medicamentos em Curitiba. **Gazeta do Povo**, Curitiba. 21 jan. 2014. Seção Saúde. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/governo-do-pr-atrasa-verba-para-compra-de-medicamentos-em-curitiba-9httnem8ddsl42l83hocv00um>>. Acesso em: 22 agosto 2016.

AZEVEDO, B; REMOALDO, P. C. **A importância da cartografia e dos S.I.G. em geografia da saúde – O caso de eletromagnetismo no concelho de Guimarães**. Trabalho apresentado no XII Colóquio Ibérico de Geografia, Porto-POR, 2010.

BARROS, D. M. S.; MORAIS, P. S. G.; PAIVA, J. C.; LIMA, J. R. F.; SILVA, J. L. R. Observatório nacional da Dengue – sistema de monitoramento de casos de Dengue. **Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde**. Natal, v.3, n.4, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/reb/article/view/3534/4018>>.

BATINI, C.; CERI, S.; NAVATHE, S. **Conceptual database design: an entity-relationship approach**. Redwood City, California, 1992, Editora The Benjamin/Cummings Publishing Company, 496p.

BEZERRA, W. **A influência dos bancos de dados na cultura digital**. 138 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital) – Processos Cognitivos e Ambientes Digitais, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010.

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. **Revista de Epidemiologia e Serviços de Saúde**. Brasília, v.16, n.2, jun.2007.

BRAGA, J. U.; WERNECK, G. L. Vigilância Epidemiológica. In: MEDRONHO, Roberto de Andrade et al. **Epidemiologia**. 2ª Ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2009, capítulo 5, p. 103-121.

BRASIL. Centro de Difusão de Tecnologia e Conhecimento. **Apostila de PostGIS Versão 1.0.0**. Distrito Federal: CDTC, 2005.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa da população residente, total, urbana total e urbana na sede municipal, em números absolutos e relativos, com indicação da área total e densidade demográfica, segundo as Unidades da Federação e os municípios – 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

BRASIL. Rede Integrada de Informações Para a Saúde. **Sistemas de Informações Geográficas e a Gestão da Saúde no Município**. Brasília: RIPSA, Ministério da Saúde, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de normas e rotinas do Sistema de Informação de Agravos de Notificação**. Brasília, DF, 2007

BRITO, P. L. **Sensoriamento Remoto na identificação de elementos e tipologias urbanas relacionados à ocorrência da leptospirose no subúrbio ferroviário de Salvador, Bahia**. 258 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Information Systems**. Oxford: Clarendon Press, 1986.

CÂMARA, G.; SOUZA, R.; FREITAS, U.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling. **Computers and Graphics**, 1996.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M.; DAVIS, C.; VINHAS, L.; QUEIROZ, G. R. **Banco de Dados Geográficos**. Curitiba, 2005, editora MundoGEO, 490 p.

CEREDA JUNIOR, A. Geografia da Saúde: um “mapa das doenças”- do Dr. John Snow à Dengue e ao zika vírus. **Revista Geografia**, São Paulo: Editora Escala, 66ª ed. Disponível em: < <http://geografia.uol.com.br/geografia/mapas-demografia/66/artigo371684-4.asp>>. Acesso em: 04 ago 2016.

COELI, C. Sistemas de Informação em Saúde. In: MEDRONHO, Roberto de Andrade et al. **Epidemiologia**. 2ª Ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2009.

CURITIBA. Secretaria Municipal de Saúde. **Atas e Pautas de Reuniões Ordinárias e Extraordinárias: Gestão 2015 - 2019**. Curitiba: SMS, 2016.

DATE, C. **Introdução a sistemas de banco de dados**. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2000.

GIRIANELLI, V.; THULER, L. C. S.; SILVA, G. A. Qualidade do sistema de informação do câncer do colo do útero no estado do Rio de Janeiro. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 580-588, ago. 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89102009000400003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102009000400003&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 02 dez. 2016

GOIÁS. Secretaria da Saúde do Estado de Goiás. **Mapa da Saúde de Goiás**. Goiânia: Secretaria da Saúde do Estado de Goiás, 2011.

HINO, P.; VILLA, T. C. S.; SASSAKI, C. M.; NOGUEIRA, J. A.; SANTOS, C. B. Geoprocessamento aplicado à área da saúde. **Revista Latino-americana de Enfermagem**. Ribeirão Preto, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/rlae/v14n6/pt\\_v14n6a16.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rlae/v14n6/pt_v14n6a16.pdf)>. Acesso em: 28 setembro 2016.

INFODENGUE. Disponível em: <<https://info.Dengue.mat.br/>>. Acesso em: 24 nov 2016.

INSTITUTO OSWALDO CRUZ. **Dengue**. Manguinhos-RJ, em: <<http://www.ioc.fiocruz.br/Dengue/textos/longatraje.html>>. Acesso em: 23 nov. 2016.

JOHNSON, S. **O mapa fantasma**. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.

LÉON, M. E. D. **SIG na Saúde Pública – Estudo de Caso: Mortalidade infantil em Dom Pedrito/RS**. 79 f. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Tecnologia da Geoinformação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Geographic Information Systems and Science**. Wiley, 2005.

MANOVICH, L. **The language of new media**. Cambridge: Editora Mit Press, 2001.

MENEZES, B; ROCHA, M. **Aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica na Saúde**. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2009.

MOTA, E.; CARVALHO, D. M. Sistemas de Informação em Saúde. In: ROUQUAYROL, MZ, ALMEIDA FILHO, N, organizadores. **Epidemiologia & Saúde**. 6ª ed. Rio de Janeiro: MEDSI; 2003. p. 605-628

NASCIMENTO, P. S. R.; PETTA, R. A. **Uso de Sistema de Informação Geográfica na dispersão de casos de Dengue no Estado do Rio Grande do Norte**. Trabalho apresentado no XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, 2011.

NUBIATO, E. L. **SIG Corporativo para Empresas de Aerolevantamentos**. 156 f. Monografia (Especialização em Geotecnologias) – Departamento de Geomática, Setor Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

O GLOBO. Casos de Dengue no Brasil crescem 48% em 2016. Brasília, 12 fevereiro 2016. Disponível em: < <http://oglobo.globo.com/brasil/casos-de-Dengue-no-brasil-crescem-48-em-2016-18655897>>.

OLINDA, C. Programa vai criar mapa de monitoramento da Dengue no Brasil. **Gazeta do Povo**, Curitiba. 18abr. 2016. Seção Epidemia. Disponível em: < <http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/programa-vai-criar-mapa-de-monitoramento-da-Dengue-no-brasil-cr96onhaki1eom81w424uoqaf>>. Acesso em: 23 novembro 2016.

OLIVEIRA, J. **Boletins Epidemiológicos**. Curitiba. Disponível em: < <http://www.saude.curitiba.pr.gov.br/vigilancia/epidemiologica/boletim-epidemiologico.html>>. Acesso em: 02 agosto 2016.

ORLANDI, L. População de baixa renda e negra é mais vulnerável à Dengue. **Jornal Estado de Minas**, Belo Horizonte. 23 mar. 2014. Seção Saúde Plena. Disponível em: <<http://www.uai.com.br/app/noticia/saude/2014/03/24/noticias-saude,192731/>>. Acesso em: 24 novembro 2016.

PAVARINI, S. C. I.; MENDIONDO, E. M.; MONTAÑO, M.; ALMEIDA, D. M.; MENDIONDO, M. S. Z.; BARHAM, E. J.; PEDRAZZANI, E. S. **Sistema de Informações Geográficas para a gestão de programas municipais de cuidados a idosos**. Florianópolis, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/tce/v17n1/02.pdf>>. Acesso em: 28 setembro 2016.

PEREIRA, M. G. Vigilância epidemiológica. In: PEREIRA, M. G. **Epidemiologia: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S. A., 2000, p. 449-482.

PIZZOLATO, N. D.; MENEZES, R. Localização de escolas públicas em Guaratiba, Rio de Janeiro, usando critérios de acessibilidade. **Revista**

**Eletrônica Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento.** Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://www.podesenvolvimento.org.br/inicio/index.php%3Fjournal%3Dpodesenvolvimento%26page%3Darticle%26op%3Ddownload%26path%255B%255D%3D162%26path%255B%255D%3D211+%&cd=1&hl=en&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 08 novembro 2016.

PORTAL DA SAÚDE. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/secretarias/svs/Dengue>>. Acesso em: 23 nov. 2016.

ROSSI, Marcos. **Saúde pública no Brasil ainda sofre com recursos insuficientes.** Câmara dos Deputados. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/camارانoticias/noticias/SAUDE/480185-SAUDE-PUBLICA-NO-BRASIL-AINDA-SOFRE-COM-RECURSOS-INSUFICIENTES.html>>. Acesso em: 04 agosto 2016.

ROUQUAYROL, Maria Zélia. Contribuição da epidemiologia. In: CAMPOS, Gastão Wagner de Souza et al. **Tratado de Saúde Coletiva.** 1ª Ed. São Paulo: Editora Hucitec, Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2006, p. 319-373.

SANTOS, S. M.; CARVALHO, M. S.; PINA, M.F. **Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde.** Brasília: Organização Panamericana da Saúde – Representação Brasil, 2000.

SLOCUM, T. A.; MCMASTER, R. B.; KESSLER F. C.; HOWARD, H. H. **Thematic Cartography and Geovisualization.** 3ed, 2009.

TEIXEIRA, M. G. Seleção das doenças de notificação compulsória: critérios e recomendações para as três esferas de governo. **Inf. Epidemiol. Sus**, Brasília, v. 7, n. 1, p. 7-28, mar. 1998 . Disponível em . Acesso em 21 dez. 2011.

TEOREY, T; LIGHTSTONE, S; NADEAUS, T. **Projeto e modelagem de Banco de Dados.** São Paulo: Elsevier/Campus, 2007.

## APÊNDICE 1 – DESCRIÇÃO DAS TABELAS DO BANCO DE DADOS

Tabela	Campo	Tipo	Tamanho
abastecimento	objectid	integer (notnull)	
	cdmalhavia	charactervarying	16
	nmcompleto	charactervarying	160
	nmbairro	charactervarying	100
	nmregional	charactervarying	75
	tipoabstde	charactervarying	75
	shape	st_geometry	
areasverdes	objectid	integer (notnull)	
	código_smm	charactervarying	10
	tipo	charactervarying	50
	nome	charactervarying	50
	shape	st_geometry	
bairros	objectid	integer (notnull)	
	codigodistritosanitario	integer	
	nome	charactervarying	30
	shape	st_geometry	
cemiterios	object	integer (notnull)	
	nome	charactervarying	100
	tipo	charactervarying	50
	shape	st_geometry	
creches	objectid	integer (notnull)	
	cd_equi	numeric	(38,8)
	cd_tema	numeric	(38,8)
	tema	charactervarying	50
	pre_nome	charactervarying	150
	nome	charactervarying	150
	sigla_equi	charactervarying	50
	nome_ rua	charactervarying	106

<b>Tabela</b>	<b>Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamanho</b>
	nome_mapa	charactervarying	111
	cd_bairro	numeric	(38,8)
	bairro	charactervarying	30
	cd_regiona	numeric	(38,8)
	regional	charactervarying	50
	shape	st_point	
densidadedemografica	objectid	integer (notnull)	
	regional	charactervarying	100
	sum_sum_se	numeric	(38,8)
	mean_mean	numeric	(38,8)
	area_m2	numeric	(38,8)
	densidade	numeric	(38,8)
	shape_len	numerico	(38,8)
	area	numeric	(38,8)
distritosanitarios	objectid	integer (notnull)	
	nome	charactervarying	100
	shape_len	numeric	(38,8)
	shape	st_geometry	
doenca	objectid	integer	
	descricao	charactervarying	100
doencaemdistritosanitario	objectid	integer	
	codigodoenca	integer	
	codigodistritosanitario	integer	
	incidenciadoenca	smallint	
doencaemunidadesaude	objectid	integer	
	codigodoenca	integer	
	codigounidadesaude	integer	
	Incidenciadoenca	smallint	

<b>Tabela</b>	<b>Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamanho</b>
	data	timestamp	
escolas	objectid	integer	
	pre_nome	charactervarying	150
	nome	charactervarying	150
	bairro	charactervarying	50
	regional	charactervarying	50
	shape	st_geometry	
hospitais	objectid	integer	
	pre_nome	charactervarying	150
	nome	charactervarying	150
	bairro	charactervarying	50
	regional	charactervarying	50
	shape	st_geometry	
lagos	objectid	integer	
	tipo	charactervarying	50
	nome	charactervarying	250
	shape_leng	numeric	(38,8)
	shape	st_geometry	
redeesgoto	objectid	integer (notnull)	
	cdmalhavia	charactervarying	16
	nmcompleto	charactervarying	160
	nmbairro	charactervarying	100
	nmregional	charactervarying	75
	tipocoleta	charactervarying	75
	shape	st_geometry	
rendapercapita	objectid	integer	
	regional	charactervarying	100
	sum_sum_se	numeric	(38,8)
	mean_mean_	numeric	(38,8)
	area_m2	numeric	(38,8)
	shape	st_geometry	

<b>Tabela</b>	<b>Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamanho</b>
rios	objectid	integer	
	tipo	charactervarying	50
	nome	charactervarying	250
	shape_leng	numeric	(38,8)
	shape	st_geometry	
unidadessaude	objectid	integer	
	nome	charactervarying	111
	nomerua	charactervarying	106
	numeropredial	charactervarying	15
	compl_end	charactervarying	254
	indfiscal	charactervarying	20
	bairro	charactervarying	200
	regional	charactervarying	200
	imagem	charactervarying	254
	codigobairro	smallint	
	codigodistritosanitario	smallint	
	shape	st_point	
usuarios	objectid	integer	
	nome	charactervarying	100
	<i>login</i>	charactervarying	255
	senha	charactervarying	255
zoneamento	objectid	integer	
	zona	charactervarying	40
	shape_leng	numeric (38,8)	
	shape	st_geometry	