

ANÁLISE DE CASOS DE DENGUE NAS GRANDES REGIÕES E UNIDADES FEDERATIVAS DO BRASIL COM AUXÍLIO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

*ANALYSIS OF DENGUE CASES IN THE LARGE REGIONS AND FEDERATIVE UNITS OF BRAZIL WITH
GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM AID*

Frederico Uelinton Basso Cotrim

Analista de Sistemas. Bacharel em Sistemas de Informação. Especialista em Banco de Dados pela Universidade de Ribeirão Preto. Colina-SP - Brasil. E-mail: frederico.cotrim@gmail.com

Marco Aurélio Arantes

Analista de Sistemas. Mestre em Tecnologia Ambiental. Professor Convidado do Curso de Especialização em Banco de Dados da Universidade de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto-SP - Brasil.
E-mail: marantes@unaerp.br

Silvia Sidnéia da Silva

Enfermeira. Doutora em Enfermagem Psiquiátrica e Ciências Humanas. Professora Titular da Universidade de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto-SP - Brasil. E-mail: sssilva@unaerp.br

Edilson Carlos Caritá

Tecnólogo em Processamento de Dados. Doutor em Clínica Médica - subárea Investigação Biomédica. Professor Titular da Universidade de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto-SP - Brasil. E-mail: ecarita@unaerp.br



RESUMO

Atualmente, a dengue é uma das maiores preocupações em relação às doenças infecciosas, no Brasil. Trata-se de uma virose transmitida pelo *Aedes aegypti*, mosquito transmissor que pica apenas durante o dia. A utilização de Sistemas de Informações Geográficas pode ajudar na análise e no planejamento do combate à dengue, pois disponibilizam informações geoespaciais, e por meio de Sistema de Posicionamento Global (*Global Positioning System* – GPS) integram mapas digitais, permitindo diversas aplicações, como por exemplo, dispositivos portáteis de navegação e até mesmo o Google Earth. O objetivo deste

estudo é apresentar o uso de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) na análise da evolução da distribuição espacial dos casos de dengue nas grandes regiões e unidades federativas do Brasil. Para atingir o objetivo foi desenvolvido um *software* SIG utilizando o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) PostgreSQL 9.5 e sua extensão espacial PostGIS 2.2, o *Framework* .NET 4.5, a linguagem C# e a biblioteca SharpMap 1.1. Para a base de dados do *software* foram utilizados dados geográficos disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e da empresa privada Gismaps Sistemas. As informações estatísticas referentes à ocorrência dos casos de dengue do

período de 1990 a 2014 foram obtidas do Portal da Saúde do Governo Federal. A partir dos resultados apresentados no *software* foi possível analisar a posição e o percentual de crescimento dos casos de dengue, ao longo dos anos, nas grandes regiões e unidades federativas. O SIG demonstrou ser uma ferramenta valiosa no auxílio ao estudo dos casos de dengue, possibilitando um fácil entendimento de sua distribuição espacial.

PALAVRAS-CHAVE: *Aedes aegypti*, Dengue, Sistema de Informação Geográfica, Brasil.

ABSTRACT

Dengue is currently a major concern in Brazil as regards infectious diseases, and it has become a public health problem. It is a viral condition transmitted by the *Aedes aegypti* mosquito, which only bites during the day. The use of Geographical Information Systems can help in the analysis and planning of strategies to fight dengue, make geospatial data available and, through GPS (*Global Positioning System*) become part of digital maps and permit a range of applications, such as portable navigation devices and even Google Earth. The objective in this study is to introduce the use of a Geographical Information System (SIG) for analyzing the evolution of the spacial distribution of dengue cases in large areas and federative units in Brazil. In order to attain this goal, a SIG software application has been developed that uses the PostgreSQL 9.5 Database Management System (SGBD) and its special PostGIS 2.2 extension, .NET 4.5 *Framework*, C# language and the SharpMap 1.1 library. For the software database, the geographical data have been used that are made available by the Brazilian Institute of Geography and Statistics and the Gismaps Sistemas private company. The statistical information

concerning the occurrence of dengue cases between 1990 and 2014 have been obtained from the Federal Government Health Portal. Using the results provided by the software, it has been possible to analyze the position and percentage of growth of dengue cases throughout the years in large regions and the federative units. SIG has been found to be a valuable tool to aid the study of dengue cases, allowing for an easy understanding of their spacial distribution.

KEYWORDS: *Aedes aegypti*, Dengue, Geographic Information System, Brazil.

INTRODUÇÃO

Estima-se que três bilhões de pessoas estejam vivendo em áreas com risco de infecção pela dengue. No mundo, são registrados 50 milhões de casos anualmente, dos quais, 500 mil são considerados graves e 21 mil resultam em morte. Considerada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) uma doença negligenciada, a dengue afeta mais de 120 países (MEDECINS SANS FRONTIERES, 2017).

Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2017), a dengue é uma doença viral e foi identificada no Brasil em 1986, sendo transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti*. A principal forma de transmissão é pela picada dos mosquitos. Não existe ainda vacina ou medicamentos contra dengue para tratamento específico, apenas tratamentos que aliviam os sintomas. A única forma de prevenção é acabar com o mosquito, mantendo o domicílio sempre limpo e eliminando os possíveis criadouros.

Os mosquitos se proliferam dentro ou nas proximidades de habitações (casas, apartamentos ou hotéis), em recipientes onde se acumula água limpa (vasos de plantas, pneus velhos, cisternas, entre outros). O ciclo do *Aedes aegypti* é composto por quatro fases: ovo, larva, pupa e adulto.

As larvas se desenvolvem em água parada, limpa ou suja. Na fase do acasalamento, em que as fêmeas precisam de sangue para garantir o desenvolvimento dos ovos, ocorre a transmissão da doença. O único modo possível de evitar a transmissão da dengue é a eliminação do mosquito transmissor, assim, a melhor forma de se evitar a dengue é combater os focos de acúmulo de água, locais propícios para a criação do mosquito transmissor da doença (SITE DA DENGUE, 2017).

A identificação dos focos do mosquito por meio de georreferenciamento pode auxiliar na elaboração de campanhas de prevenção em locais específicos, onde há maior ocorrência de casos da doença, podendo, portanto, produzir melhores resultados em relação à promoção de saúde e prevenção da doença. Cavalcante et al. (2013) assinaram que o aparecimento de novas teorias sobre a ocorrência das doenças ratifica a necessidade da utilização de novos procedimentos e técnicas que identifiquem no espaço a causalidade das doenças na comunidade. Ainda os mesmos autores, em estudo realizado na cidade de Palmas (TO), fizeram a validação de procedimentos metodológicos geoespaciais mediante desenho epidemiológico ecológico, mostrando que o georreferenciamento espacial pode ser utilizado como uma ferramenta na identificação de áreas com risco de transmissão da dengue e outras endemias, se constituindo em ferramenta para uso na saúde pública permitindo propor ações mais específicas, aplicadas a cada realidade, com custos mais baixos e respostas mais rápidas no combate à doença pesquisada. Utilizaram “para modelagem espacial o método Krigeagem (KI), em que os dados estratificados por área possibilitaram a geração de mapas de probabilidade de ocorrência de casos, de índice de infestação predial e a associação de ambos no espaço geográfico”.

Carneiro, Santos e Quintanilha (2015) investigaram áreas de risco para ocorrência

de doenças endêmicas utilizando técnicas de Geoprocessamento e análise espacial, analisando a distribuição espacial e a correlação com situação econômica e educacional da população de um bairro em Feira de Santana (BA), e concluíram que a análise espacial urbana pode auxiliar na tomada de decisões para planejamento urbano assertivo e oferecer, no caso da área de saúde, ações específicas com foco na distribuição espacial dos eventos para a população que habita aquele espaço geográfico.

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) ou Geographic Information System (GIS) é a união de hardware, software e dados geográficos, sendo possível capturar, armazenar, manipular, analisar e exibir informações geograficamente referenciadas (GALATI, 2006).

De acordo com Folger (2009), informação geoespacial, também conhecida como informação geograficamente referenciada, refere-se aos dados de um lugar, como latitude e longitude ou uma rua, que muitas vezes podem ser recolhidos, alterados e exibidos em tempo real. O SIG está presente na vida de milhares de pessoas, disponibilizam informações geoespaciais, e por meio de Sistema de Posicionamento Global (Global Positioning System – GPS) integram mapas digitais, permitindo diversas aplicações, como por exemplo, dispositivos portáteis de navegação e até mesmo o Google Earth.

De acordo com Galati (2006), um SIG pode ser utilizado por vários tipos de usuários, desde um especialista em desenvolvimento de software SIG até a visualização por usuários de vários níveis de habilidades.

Os dados geoespaciais podem ser obtidos de várias formas: do governo, de empresas, entidades privadas, organizações e outras. Muitos consideram a obtenção e a gestão dos dados geoespaciais o mais oneroso dos componentes de um SIG (FOLGER, 2009).

Conforme destaca Folger (2009), um SIG tem a capacidade de integrar informações de várias camadas de dados ou diferentes

temas sobre as mesmas coordenadas geográficas, o que é muito difícil por qualquer outro meio. Nesse sentido, destaca que esses dados podem possuir atributos, como dados demográficos, características de paisagem, observações, que podem ser inseridas manualmente ou um mapa no formato digital por uma varredura eletrônica.

O objetivo deste estudo é apresentar o uso de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) na análise da evolução da distribuição espacial dos casos de dengue nas grandes regiões e unidades federativas do Brasil.

METODOLOGIA

No desenvolvimento do *software* de análise SIG foi utilizado o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) PostgreSQL 9.5 e sua extensão espacial PostGIS 2.2, o *Framework* .NET 4.5, a linguagem C# e a biblioteca SharpMap 1.1. Para a base de dados do *software* foram obtidos dados geográficos por meio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da empresa privada Gismaps Sistemas.

O PostgreSQL é um SGBD relacional que suporta a linguagem de consulta padrão *Structured Query Language* (SQL). Possui bom desempenho, é confiável, executa em praticamente qualquer plataforma UNIX, como FreeBSD, Linux e Mac OS X e também no Microsoft Windows (MATTHEW; STONES, 2005). PostgreSQL é um projeto *open source* que, por definição, significa que é possível obter o código fonte, usá-lo e modificá-lo livremente, ou seja, também é livre para modificar PostgreSQL para atender às suas necessidades específicas (WORSLEY; DRAKE, 2002).

Segundo Casanova et al. (2005), PostGIS é uma extensão espacial do PostgreSQL que vêm sendo desenvolvida pela comunidade de *software* livre. A empresa Refrations Research Inc mantém, atualmente, a equipe de desenvolvimento da extensão, seguindo

as especificações da *Simple Features Specification for SQL* (SFS-SQL).

Segundo Watson et al. (2010), o *Framework* .NET é uma plataforma criada pela empresa Microsoft Corporation para o desenvolvimento de aplicações, que permite a criação de aplicativos Windows e *Web*, serviços *Web* e praticamente quaisquer outros tipos. Esta plataforma foi desenvolvida para ser usada com qualquer linguagem, incluindo C#, assim como C++, Visual Basic, JScript e COBOL. O *Framework* .NET consiste em uma biblioteca de código que é utilizada pelas suas linguagens clientes (como C#) usando a Programação Orientada a Objeto (POO). Esta biblioteca é dividida em módulos, para diferentes resultados pretendidos, como módulo para implementação de aplicação Windows, programação de rede e desenvolvimento *Web*.

Ainda de acordo com Watson et al. (2010), C# é uma linguagem que pode ser utilizada para a criação de aplicativos que serão executados na plataforma .NET. Foi criada especificamente para trabalhar com a plataforma .NET, sendo uma evolução das linguagens C e C++, projetada para incorporar os melhores recursos de outras linguagens. C# é apenas uma das linguagens disponíveis para o desenvolvimento .NET, e tem como vantagem ser a única linguagem que foi criada para o *Framework* .NET sem base em outra.

A SharpMap é uma biblioteca de mapeamento de fácil utilização que pode ser utilizada em aplicações *Web* e *desktop*. Possui a capacidade de acessar vários tipos de dados de SIG, possibilitando também a execução de consulta espacial de dados e a exibição de mapas. É escrita em C# com base no *Framework* .Net 2.0. Ela está liberada sob a licença de *software* livre GNU Lesser General Public License (CODEPLEX, 2016).

Para que testes de análises pudessem ser realizados, foi necessária a estruturação de uma base de dados de informações georreferenciadas. Os dados geográficos das

regiões, estados e cidades foram obtidos dos mapas interativos do IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS IBGE, 2017) e dos mapas da empresa Gismaps Sistemas (GISMPAS, 2017).

As informações estatísticas referentes aos

casos de dengue do período de 1990 a 2014 foram obtidas do Portal da Saúde do Ministério da Saúde do Brasil (PORTAL DA SAÚDE, 2017a; PORTAL DA SAÚDE, 2017b). Com base nas informações obtidas foi proposto o modelo relacional apresentado na Figura 1.

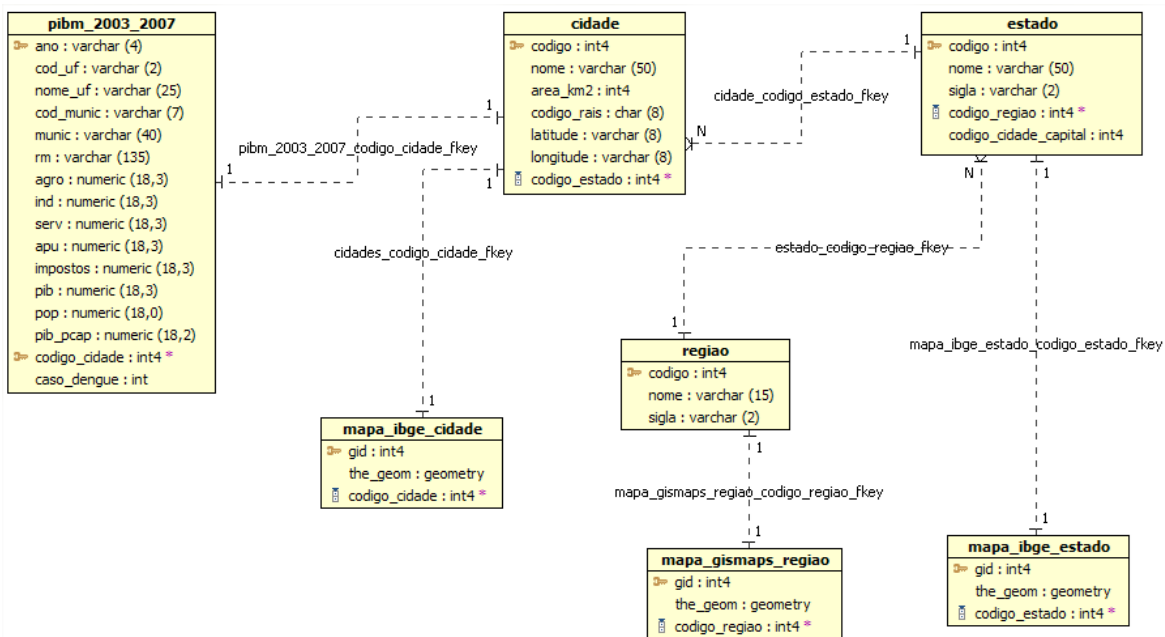


Figura 1 – Modelo Entidade Relacionamento (MER) do SIG desenvolvido.

Fonte: Do próprio autor (2017).

Os resultados foram validados considerando-se a coloração do mapa que é definida de acordo com o número de casos de dengue, portanto, quanto mais escura a cor, maior é o número de casos de dengue. As consultas foram realizadas utilizando-se diferentes cenários e condições.

RESULTADOS

Na Figura 2 apresenta-se uma imagem exibindo informações georreferenciadas obtidas da base de dados utilizada no estudo, estes dados referem-se à posição dos casos de dengue das regiões do Brasil, no ano de 2002, onde se constata uma maior concentração dos casos de dengue nas regiões Sudeste e Nordeste. Efetuando-se a mesma análise referente ao ano de 2007, conforme

ilustrado na Figura 3, observa-se que, assim como, as regiões Sudeste e Nordeste, a região Centro-Oeste também se encontra entre as regiões com maior concentração dos casos de dengue.

Já em uma análise do percentual de crescimento dos casos de dengue por região, de 2002 a 2007 (Figura 4), percebe-se que de 2002 a 2007 a região Sul apresentou-se com o maior percentual de crescimento dos casos de dengue e que apesar das regiões Sudeste e Nordeste, em 2007, estarem entre as regiões com maior concentração dos casos da doença, elas estão entre as regiões com menor percentual de crescimento dos casos de dengue.

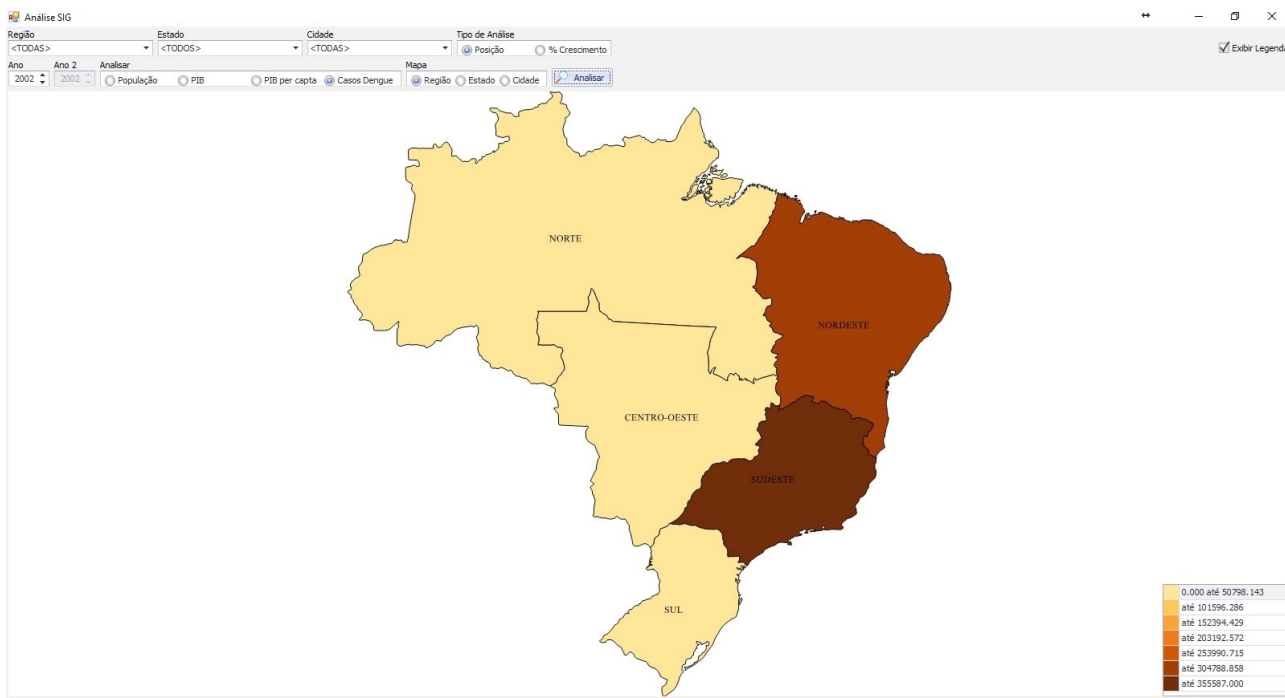


Figura 2 – Análise SIG da posição dos casos de dengue por região em 2002.
Fonte: Do próprio autor (2017).

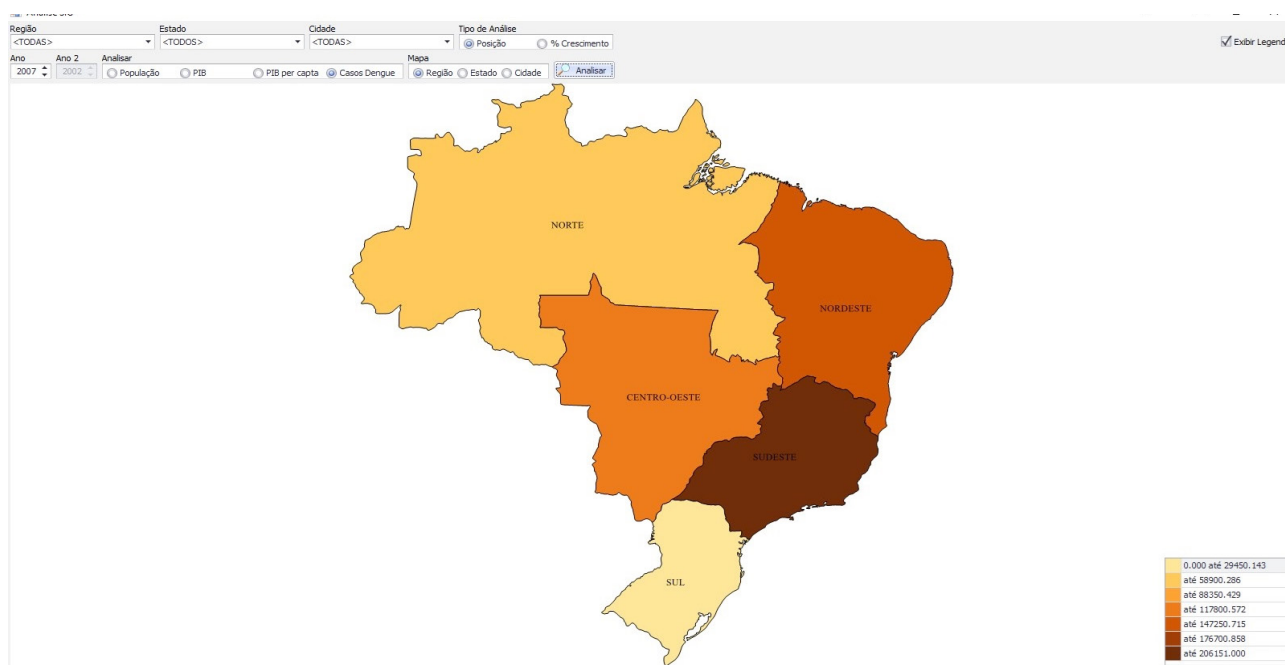


Figura 3 – Análise SIG da posição dos casos de dengue por região em 2007.
Fonte: Do próprio autor (2017).

Em uma análise mais detalhada, conforme demonstrado na Figura 5, as Unidades Federativas (UF) do Rio de Janeiro (RJ), Bahia (BA) e Pernambuco (PE) estavam entre as UF com maior concentração dos casos de dengue em 2002, já em 2007,

Paulo (SP) passou a ser a UF com maior concentração dos casos de dengue (Figura 6). Porém, como nota-se na Figura 7, as UF que tiveram o maior percentual de crescimento dos casos de dengue de 2002 a 2007 foram Mato Grosso do Sul (MS) e Tocantins (TO).

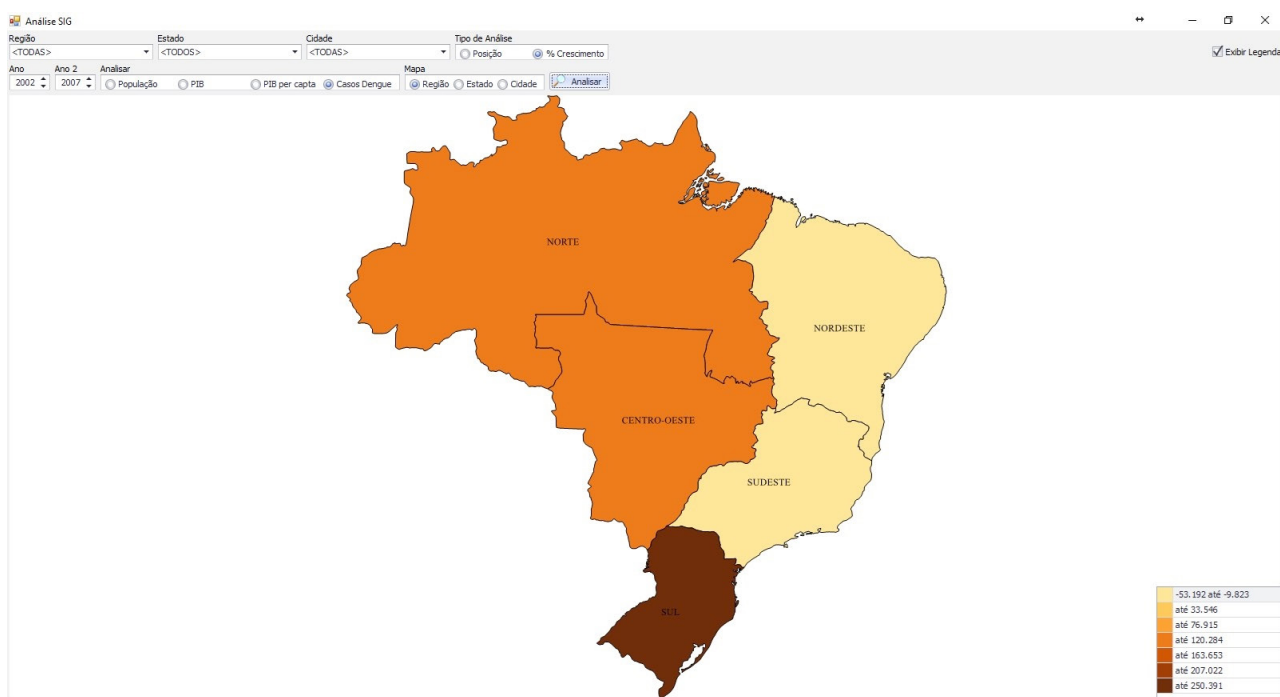


Figura 4 – Análise SIG do percentual de crescimento dos casos de dengue por região de 2002 a 2007.

Fonte: Do próprio autor (2017).

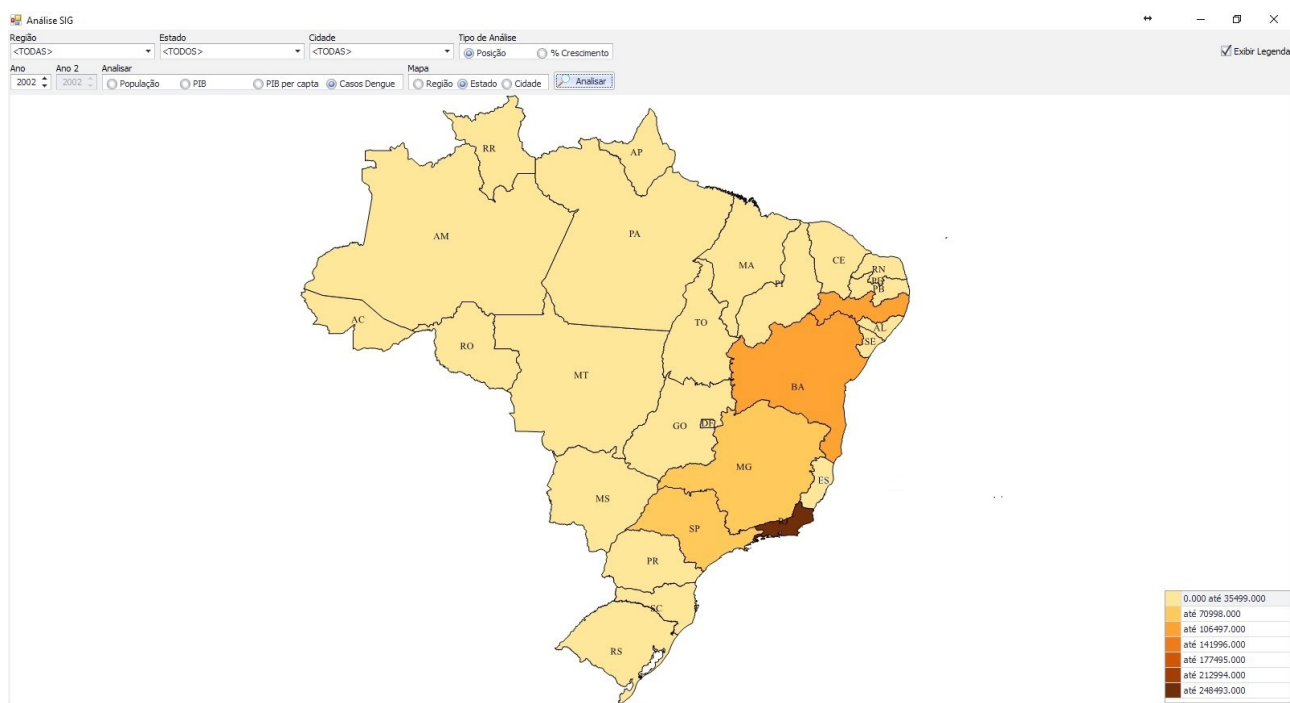


Figura 5 – Análise SIG da posição dos casos de dengue por UF em 2002.

Fonte: Do próprio autor (2017).

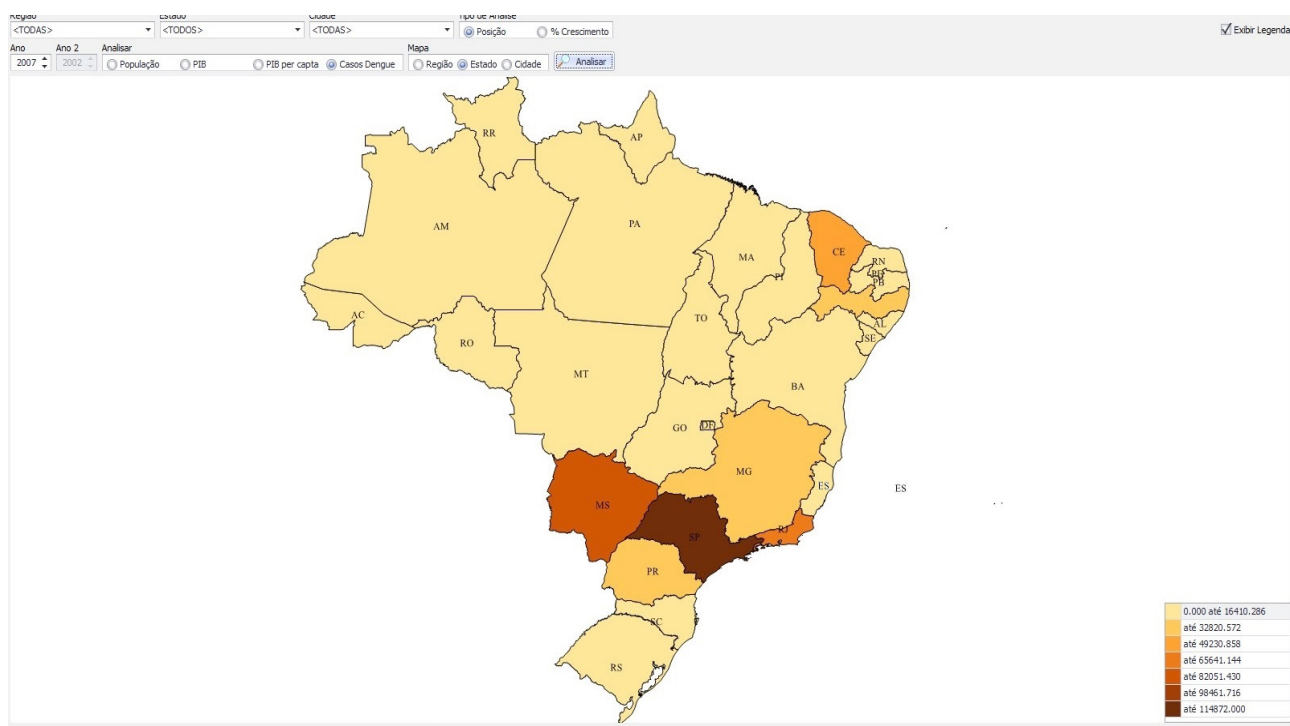


Figura 6 – Análise SIG da posição dos casos de dengue por UF em 2007.
Fonte: Do próprio autor (2017).

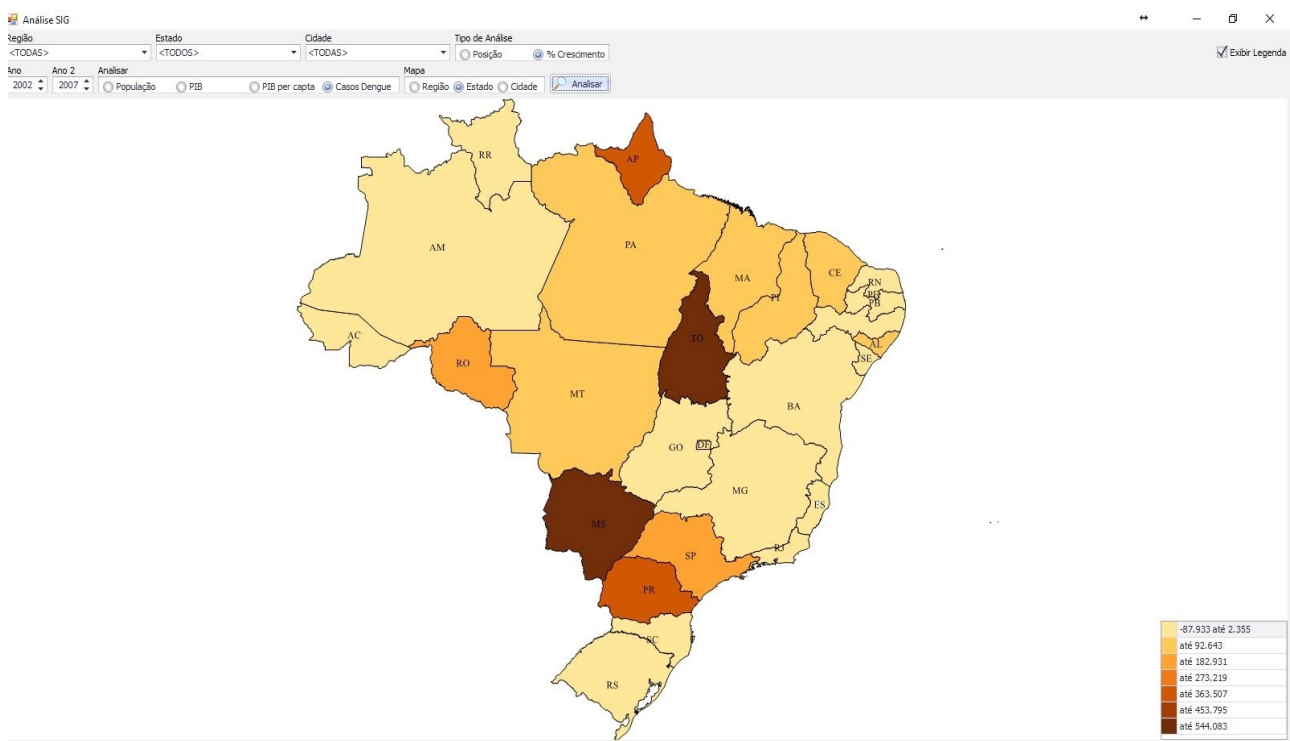


Figura 7 – Análise SIG do percentual de crescimento dos casos de dengue por UF de 2002 a 2007.
Fonte: Do próprio autor (2017).

CONCLUSÃO

Conclui-se que o SIG é uma tecnologia de apoio para a análise de informações de forma simples e clara, podendo ser aplicado no auxílio dos processos de prevenção de doença e para o combate dos casos de dengue, favorecendo o planejamento de ações em saúde para determinadas regiões, com maior concentração e/ou maior percentual de crescimento dos casos.

Destaca-se a dificuldade em encontrar informações estatísticas dos casos de dengue de forma centralizada e padronizada, que facilitariam os estudos dos dados e possibilitariam a proposta de novas visões de análise.

Às vezes, a análise de informações dependendo de fatores, como a quantidade e forma de apresentá-las, podem ser de difícil entendimento. O SIG pode ser utilizado como uma interface visual para representação dessas informações facilitando, assim, a análise como constatado nos testes do presente estudo. Nota-se que, além da análise dos casos de dengue, outras informações podem ser analisadas em um SIG, possibilitando auxílio à tomada de decisões.

Espera-se que este estudo possa colaborar para trabalhos futuros, demonstrando novas formas de utilização para SIG ou tecnologias que possam ser aplicadas em diversas áreas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Prevenção e combate Dengue, Chikungunya e Zika. 2017. Disponível em: <http://combateaedes.saude.gov.br/pt/tira-duvidas>>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2017.

CARNEIRO, Elisângela Oliveira; SANTOS, Rosangela Leal; QUINTANILHA, José Alberto. O uso de técnicas de geoprocessamento na saúde pública: a análise espacial aplicada na determinação de áreas de doenças endêmicas. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/43785121_O_uso_de_tecnicas_de_geoprocessamento_na_saude_publica_a_analise_especial_aplicada_na_determinacao_de_areas_de_doencas_endemicas. Acesso em: 19 de outubro de 2017.

CASANOVA, Marco; CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; VINHAS, Lúbia; QUEIROZ, Gilberto R. Bancos de Dados Geográficos. Curitiba: MundoGEO, 2005. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/bdados/index.html>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2016.

CAVALCANTE, Micheline Pimentel Ribeiro; OLIVEIRA, Cesar de; SIMÃO, Flávio Batista; LIMA, Paulo Reis; MONTEIRO, Pedro Sadi. Análise geoespacial: um estudo sobre a dengue. Acta Paul Enferm, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 360-368, 2013.

CODEPLEX. SharpMap - Geospatial Application Framework for the CLR. 2016. Disponível em: <<http://sharpmap.codeplex.com/>>. Acesso em: 11 de dezembro de 2016.

FOLGER, Peter. Geospatial Information and Geographic Information Systems (GIS): Current Issues and Future Challenges. 2009. Disponível em: <<http://www.fas.org/sgp/crs/misc/R40625.pdf>>. Acesso em: 02 de dezembro de 2016.

GALATI, Stephen R. Geographic Information Systems Demystified. Norwood: Artech House, 2006.

GISMPAS. Shapefiles, mapas vetoriais, KML, dados. 2017. Disponível em: <<https://gismaps.com.br/>>. Acesso em: 16 de janeiro de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS – IBGE. Mapas. 2017. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 16 de janeiro de 2017.

MATTHEW, Neil; STONES, Richard. Beginning Databases with PostgreSQL from Novice to Professional. 2. Ed. United States: Apress, 2005.

MEDECINS SANS FRONTIERES. Dengue. 2017. Disponível em: <<http://www.msf.org.br/o-que-fazemos/atividades-medicas/dengue>>. Acesso em: 16 de janeiro de 2017.

PORTAL DA SAÚDE. Situação Epidemiológica / Dados. 2017a. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/situacao-epidemiologica-dados>>. Acesso em: 16 de janeiro de 2017.

PORTAL DA SAÚDE. Casos de Dengue. Brasil, Grandes Regiões e Unidades Federadas, 1990 a 2014. 2017b. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2015/julho/29/Dengue-at---2014.pdf>>. Acesso em: 18 de janeiro de 2017.

SITE DA DENGUE. Mosquito da Dengue. 2017. Disponível em: <http://www.dengue.org.br/mosquito_aedes.html>. Acesso em: 16 de janeiro de 2017.

WATSON, Karli; NAGEL, Christian; PEDERSEN, Jacob H.; REID, Jon D.; SKINNER, Morgan. Beginning Visual C# 2010. Indianapolis: Wiley, 2010.

WORSLEY, John C.; DRAKE, Joshua D. Practical PostgreSQL. Sebastopol: O'Reilly Media, 2002.

