



Desenvolvimento e Integração de Mapas Dinâmicos Georreferenciados para o Gerenciamento e Vigilância em Saúde

Developing and Integration of Georeferencing Dynamic maps to Health Surveillance

Desarrollo e Integración de Georreferenciación mapas dinámicos de Vigilancia de la Salud

Virgilio Cavicchioli Neto¹, Natália Santana Chiari², Isabelle Carvalho³, Ivan Torres Pisa⁴, Domingos Alves⁵

RESUMO

Descritores: Vigilância Epidemiológica; Sistemas de Informação; Sistema de Informação Geográfica

Os gráficos e mapas são ferramentas importantes para visualização, compreensão e análise de dados numéricos. O Integra-GIS permite o acoplamento de mapas e grafos no contexto da saúde visando melhorar a qualidade da informação fornecida, apoiar as decisões e contribuir para a modernização do sistema de vigilância em saúde. O sistema parte da estruturação de um banco de dados geográfico para as regiões da Baixada Santista e de Ribeirão Preto. O aplicativo beneficiou tanto os Departamentos Regionais de Saúde quanto os municípios e hospitais auxiliando no serviço e nas decisões rotineiras e de alto nível. Os recursos desenvolvidos foram implementados e testados incorporando a diversidade de situações e espaços dessas regiões, incluindo o desenvolvimento da infraestrutura necessária para o armazenamento permanente dessas informações e pensando nas particularidades do serviço.

ABSTRACT

Keywords: Epidemiological Surveillance; Information Systems; Geographic Information Systems

Maps and graphs are important tools for viewing, understanding and analyzing numeric data. The Integra-GIS allows a coupling of maps and graphs in order to improve the information quality in health. This information supports the decisions and contributes to the modernization of the health surveillance system. The system starts modeling and creating a geographic database for Santos and Ribeirão Preto regions. The software benefited region department boards, cities and hospitals assisting in service and in making high-level and routine decisions. The resources have been developed and tested incorporating the characteristics and spaces of each region. They also considered the development of infrastructure required to the permanent storage of the information regarding the service particularities.

RESUMEN

Descriptorios: Sistemas de Información; Vigilancia en Salud Pública; Sistemas de Información Geográfica

Gráficos y tablas son herramientas importantes para ver, comprender y analizar datos numéricos. El Integra-GIS permite el acoplamiento de los mapas y gráficos en el contexto de la salud para mejorar la calidad de la información para apoyar las decisiones y contribuir a la modernización del sistema de vigilancia de la salud. Lo aplicación parte de la estructura de una base de datos geográfica para regiones del Santos y Ribeirão Preto: La aplicación benefició tanto a los Departamentos Regionales de Salud como los municipios y los hospitales ayudando en el servicio y en las decisiones de rutina y de lujo. Los recursos desarrollados se implementaron y probaron la incorporación de la diversidad de situaciones y áreas de estas regiones, incluyendo el desarrollo de la infraestructura necesaria para el almacenamiento permanente de la información y el pensamiento en el servicio específico.

¹ Programa de Pós Graduação em Informática em Saúde do Departamento de Informática em Saúde, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, São Paulo (SP), Brasil.

² Programa de Pós-Graduação Interunidades Bioengenharía, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo – USP, Ribeirão Preto (SP), Brasil.

³ Programa de Pós-Graduação em Saúde na Comunidade, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo – USP, Ribeirão Preto (SP), Brasil.

⁴ Professor do Departamento de Informática em Saúde, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, São Paulo (SP), Brasil

⁵ Professor do Departamento de Medicina Social, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo – USP, Ribeirão Preto (SP), Brasil.

INTRODUÇÃO

O termo geoprocessamento⁽¹⁻³⁾ denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica, influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. As ferramentas computacionais para geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), realizam análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados, tornando ainda possível a produção automática de documentos cartográficos.

O georreferenciamento, é uma área das ciências da computação que antes demandava muitos recursos financeiros, pois havia a necessidade de um levantamento de bases de dados espaciais, como cartas geográficas, imagens de satélite ou mesmo ortofotos, que são imagens de alta resolução captadas por avião. Com o avanço tecnológico surgiram ferramentas gratuitas e o desenvolvimento de aplicativos tornou-se mais acessível para qualquer cidade, independente do seu tamanho ou recursos computacionais. Como consequência, todos que tenham acesso apenas a um navegador e a uma conexão de internet, podem fazer o uso desta tecnologia conhecida por web-GIS⁽⁴⁾.

No âmbito da saúde, o estudo de variações das distribuições espaciais de incidência de eventos tem sido importante para investigar e sugerir hipóteses de causalidade. Particularmente, os estudos de agravos em saúde se enriquecem com esse tipo de descrição, podendo fornecer informações fundamentais para a compreensão, previsão, busca etiológica, prevenção e monitoramento de doenças e avaliação do impacto de intervenções em saúde de uma população⁽⁵⁾.

Assim, o processo dinâmico de integração de dados e construção de mapas, estabelece uma síntese de instrumentos ricos para saúde pública, como por exemplo: a localização dos eventos no tempo e no espaço, o monitoramento e controle de determinado evento da saúde, a identificação de áreas geográficas e grupos de população com maiores necessidades, a avaliação do impacto das intervenções de saúde e a estimativa de áreas de risco entre a população.

Contudo, o uso de ferramentas computacionais em geoprocessamento não é uma tarefa trivial, pois demanda pessoal especializado e softwares proprietários para realização dessa tarefa. De maneira geral, em nível hospitalar, municipal ou regional, ainda é difícil encontrar ferramentas computacionais que levem em consideração o sinergismo existente entre os processos sociais e os ecossistemas sobre o espalhamento de doenças específicas. Além disso, esses níveis de serviços de saúde não contam com ferramentas simples para se avaliar a heterogeneidade das interações dessas doenças com populações humanas dinâmicas, inseridas em estruturas urbanas complexas.

Nesse sentido, o aplicativo desenvolvido, denominado Integra-GIS, teve como estratégia disponibilizar um banco de dados de mapas, dados demográficos, agravos em

saúde e estrutura urbana de uma cidade para que esse pudesse ser usado como um integrador de informações de interesse em saúde. Esse trabalho provê auxílio aos profissionais de saúde dos municípios na tomada de decisões. A construção do sistema partiu de um banco de dados geográfico, com diversas camadas e escalas, para as regiões da Baixada Santista e de Ribeirão Preto, ambas no estado de São Paulo.

Todos os recursos disponibilizados foram desenvolvidos e testados para essas regiões, incorporando a diversidade de situações e incluindo o desenvolvimento da infraestrutura necessária para o armazenamento permanente dessas informações. Para isso, foi usado um gerenciador de bases de dados relacional geográfico, no qual as informações foram manipuladas e integradas em mapas detalhados de cidades, permitindo o levantamento de hipóteses e transformando-as em conhecimento em saúde.

MÉTODOS

Em 2005 a empresa americana Google® disponibilizou uma biblioteca chamada Google Maps, por meio de uma *Application Programming Interface* (API), gratuita e de escala global, que auxilia a construção de aplicações Web por meio de mapas que podem ser vistos em diversas camadas, como ruas, imagens de satélite, híbridos (combinação entre ruas e imagens de satélite), além de uma camada de relevo. O objetivo do Google foi disponibilizar esta API para que os desenvolvedores a usassem em seus próprios websites sem a necessidade de instalação de outros recursos. A Google Maps API é uma interface que usa AJAX (*Asynchronous JavaScript and XML*)⁽⁶⁾ na qual várias operações podem ser feitas ao mesmo tempo de maneira assíncrona enquanto um mapa é carregado no navegador. Além disso, a API permite combinar fontes distribuídas, padrões abertos e outras APIs documentadas para integrar diferentes fontes de informação desde que tenham as mesmas projeções, escala e qualidade dos mapas. Dessa forma, cria-se um mecanismo de centralizar diversas informações geográficas em um padrão de desenvolvimento aberto e de grande utilização.

Optou-se por utilizar essa ferramenta por ser gratuita e de desenvolvimento ágil de aplicações SIG para web. Todavia, o uso desta API torna-se inviável quando se pretende trabalhar com várias camadas de mapas, bairros, setores censitários (conforme definição pelo IBGE) e regiões de saúde, por essa razão utilizamos outras ferramentas gratuitas de código aberto.

Pelo fato da API do Google Maps, não suportar o uso de várias camadas, houve a necessidade de implantação de servidores de mapas como o Geoserver⁷ para suprir a necessidade de se trabalhar com várias camadas de mapas, localizadas em diferentes repositórios e contar com a funcionalidade de realizar consultas geográficas nessas camadas. A escolha deste servidor Geoserver, se deu pois, além de possuir código livre e ser gratuito, permite compartilhar informações espaciais de maneira interoperável.

Neste trabalho, foram estudados dois servidores de

mapas: Geoserver e Mapserver. O GeoServer⁽⁷⁾ é uma implementação em Java (J2EE) da especificação Open Geospatial Consortium - OGC, que inclui transações geográficas. Além de ser software livre, trabalha com 4 padrões do OGC: SFS (PostGIS), WFS, WMS e GML e vem com suporte a diversas Bases de Dados com extensões GIS (Oracle, PostGIS e MySQL) e Shapefiles. O suporte a transações é importante porque o usuário consegue atualizar ou inserir dados geográficos usando WFS-T a letra T significa de transação do inglês transaction.

O MapServer também é um ambiente de desenvolvimento de código aberto para construção de aplicativos espaciais na internet. Particularmente, o MapServer não é um SIG completo, pois não é um gerador de serviços nem é possível fazer uso da API OpenLayers.

Pelo fato do Mapserver não efetuar transações geográficas e também, por não fazer uso das da API OpenLayer, foi decidido neste trabalho, utilizar o Geoserver, como ferramenta responsável por prover mapas e informações geográficas a todos aplicativos descritos neste trabalho.

É importante ressaltar que o trabalho apresentado aqui não seria possível sem o ambiente computacional composto por ferramentas robustas e gratuitas, como o Geoserver, as APIs do Google Maps e OpenLayers e o SGBD PostgreSQL com o módulo espacial Postgis, para o desenvolvimento de aplicações Web para acesso e armazenamento de mapas, bem como outras informações.

Na Figura 1, apresentamos a arquitetura do sistema, no qual podemos observar que o serviço foi desenvolvido em três camadas: cliente, servidor e instâncias municipal/estadual (fonte de dados). A camada de instâncias estadual/municipal representa as fontes de dados adquiridas pelos convênios firmados entre as secretarias municipais e estaduais da saúde. Na camada do servidor, esses dados

alimentaram um SGBD espacial no Postgis⁽⁸⁾ com informações epidemiológicas, de mortalidade infantil, de fluxo de paciente dos hospitais, dentre outras. Os dados dos endereços foram traduzidos em pontos no mapa pelo módulo de geocodificação, que é um aplicativo em Java Server Page – JSP armazenado em um servidor web Tomcat. Para tradução de endereços em coordenadas, foi desenvolvido um módulo que pesquisa o endereço por intermédio de uma função da API do Google Maps. Contudo, nem sempre o endereço é encontrado por esse método, por isso também foi necessária a construção de rotinas responsáveis pelo cálculo da coordenada, ou seja, se o endereço não é encontrado na API do Google Maps, então esse endereço pode ser convertido em uma localização geográfica⁽⁹⁾.

Com as coordenadas geográficas armazenadas na base de dados, esses pontos se tornam uma camada (layer) e as tabelas dos mapas são cadastradas no servidor de mapa Geoserver. Por fim, o mapa é apresentado ao usuário final por intermédio de um aplicativo desenvolvido com a API Openlayers⁽⁷⁾.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Além do conjunto de ferramentas de georreferenciamento e suas funcionalidades para visualização de dados em múltiplas escalas, o Integra-GIS pode interoperar com os diversos sistemas de informação nacional, como o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), Sistema de Informação de Mortalidade (SIM), Sistema de Informações de Nascidos Vivos (SINASC) sempre que integralizados localmente. O Integra-GIS se integra também com o Sistema de Monitoramento para Mortalidade Infantil (SMMI)⁽¹⁰⁾ e com o Observatório Regional de Atenção Hospitalar (ORAH) feito em linguagem PHP e desenvolvido por nosso grupo. O SMMI tem por objetivo o

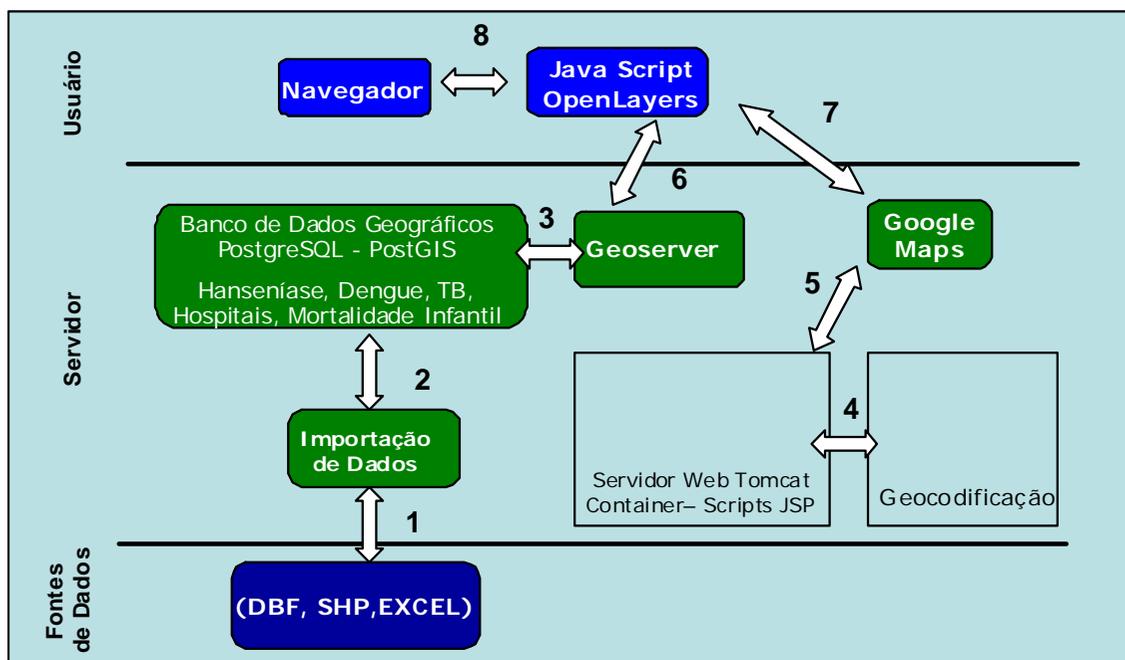


Figura 1 - Arquitetura do serviço composto por três camadas: Cliente, Servidor e Instâncias Públicas.

monitoramento e análise da mortalidade infantil da Região Metropolitana da Baixada Santista, e oferece uma ferramenta para gestão regional de saúde. O ORAH é baseado nas folhas de alta de internações hospitalares e tem por objetivo que as informações sobre assistência hospitalar ganhem em qualidade com desdobramentos para a gestão e pesquisa em saúde.

Temos então, o Integra-GIS possibilitando a manipulação das informações de uma forma dinâmica e facilitando a interpretação das mesmas. A Figura 2 apresenta por meio de um mapa os casos de dengue na cidade de Santos. Essa consulta foi feita migrando os dados do SINAN para o aplicativo. Por meio dessa ferramenta, o gestor de saúde tem uma visão de como os casos estão se disseminando levando em conta características regionais.

Na Figura 3 é possível visualizar os agravos de dengue na cidade de Santos (pontos em verde) associados aos dados de relevo do município e aos bairros (linhas em vermelho), além das informações contidas no SINAN. Ao clicar sobre um ponto no mapa, uma janela se abre com as informações relativas a esse agravo.

O usuário ainda pode filtrar os pontos em um determinado período de tempo (data inicial e final do agravo) associados aos setores censitários e visualizar os dados de apenas um bairro. Ainda é possível intercalar várias camadas: a) mapa das ruas; b) mapa das ruas sobrepostas às imagens de satélite; c) relevo; d) apenas imagens de satélite. Com esse tipo de análise, é possível o profissional da saúde determinar se há alguma relação entre os casos visualizados no mapa e algum ponto

estratégico de fonte geradora de mosquito, como terrenos baldios, cemitérios, entre outros. Este tipo de análise é um caso similar ao mostrado na Figura 2, todavia com filtros e outras opções de mapas sobrepostos.

Na Figura 2, a visualização dos pontos nos mapas é feita por meio de “balões” utilizando a API Google Maps de maneira que a localização e as informações associadas em todos os pontos estão armazenadas no banco de dados geográfico PostgreSQL-Postgis. Posteriormente, o Geoserver disponibiliza um documento estruturado chamado Georss¹¹ que é traduzido pela API do Google Maps em pontos no mapa e sua respectiva informação associada. Já na Figura 3, o mapa também é construído utilizando os dados disponibilizados pelo Geoserver, mas são apresentados para o usuário final de outra maneira. Nesse caso, a visualização é feita em várias camadas que podem ser sobrepostas com o uso da API do Openlayers e Google Maps, que são descritas com mais detalhes na seção métodos.

No caso das Figuras 2 e 3 é mostrado é uma flexibilidade na maneira de mostrar os dados, enquanto na Figura 2 temos pontos por meio de “balões”, utilizando o Georss, já na Figura 3, há um mapa em janela flutuante com o uso da Api do OpenLayers em várias camadas sobrepostas, com isso, dependendo da necessidade de cada análise, pode-se fazer o uso de uma determinada ferramenta.

A Figura 4 apresenta o georreferenciamento do fluxo dos pacientes. O filtro permite selecionar a região a ser visualizada, neste caso, são mostrados os pacientes que moram na região que abrange o Departamento Regional

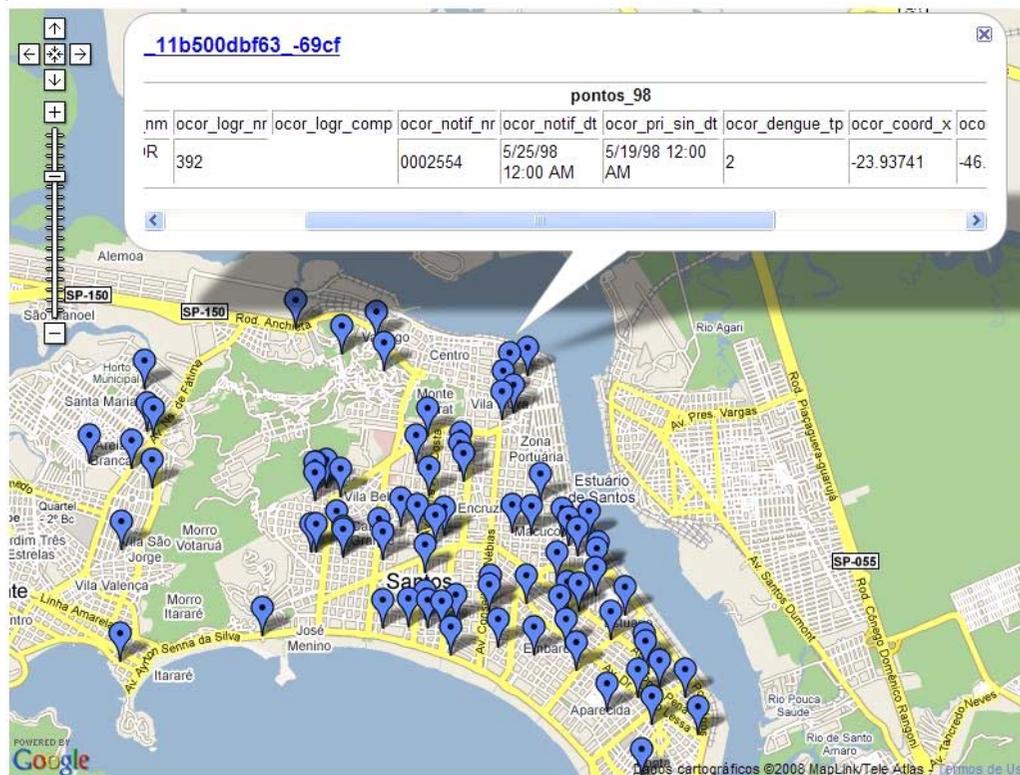


Figura 2 - Casos de dengue em Santos observados pelo Integra-GIS. Pontos em azul representam os casos confirmados. Informações como data do primeiro sintoma, tipo de dengue e outras variáveis do SINAN podem ser consultadas ao acessar cada ponto.

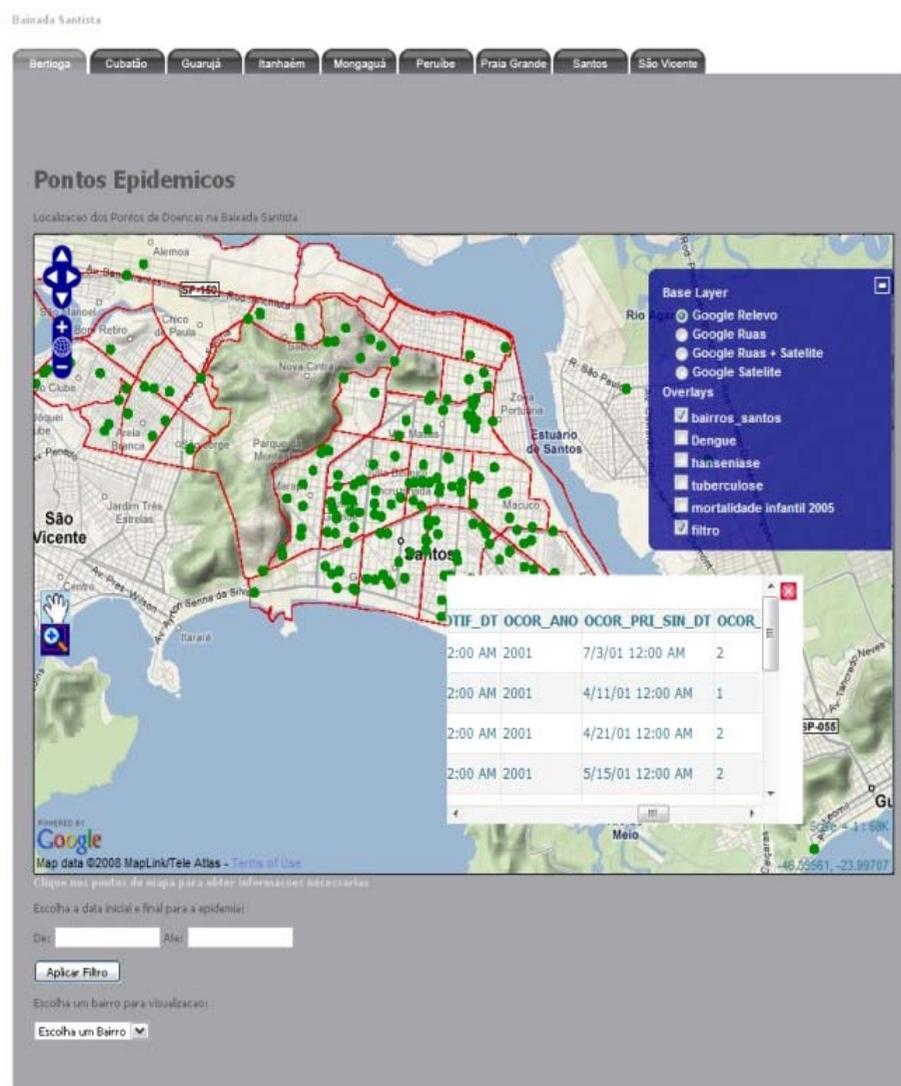


Figura 3 - Dados relacionados à dengue, para o ano de 2001 associados ao mapa de Santos obtidos pelo Integra-GIS. Ao clicar em um ponto, as informações se abrem em uma janela flutuante. Há opção de pesquisar apenas os casos relacionados a um bairro específico ou por determinado período de tempo.

de Saúde XIII (26 municípios) e foram atendidos pelo Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto no ano de 2011. Essa consulta foi feita acoplado o Integra-GIS com a ferramenta de fluxo de altas do ORAH. Podemos visualizar, assim, como os pacientes se locomovem dentro da rede, isto é, onde eles vivem e onde eles vão buscar atendimento.

Por fim, mostramos o aplicativo no ambiente do SMMI por meio da Figura 5. Podemos observar o Integra-GIS sendo utilizado para o monitoramento da mortalidade infantil com opções de visualização dos casos por ano, além de ser possível mostrar apenas os casos relacionados a um hospital específico. Com isso, o gestor de saúde pode tomar decisões baseadas em informações geográficas. Podemos ver também, nessa figura, os casos de óbito para o ano de 2005 para vários municípios da Baixada Santista.

CONCLUSÃO

A possibilidade de construção de famílias de aplicativos para gestão que contenham mais inteligência na sua análise, poderá ser explorada para implementar o planejamento

e operação de serviços e produtos que dependem de uma segmentação com base nos dados e sua distribuição no território.

O Integra-GIS se comunica com diversos sistemas de informação em várias instâncias: epidemiologia com o georreferenciamento dos casos de tuberculose, dengue e hanseníase para a Baixada Santista, mortalidade infantil e fluxo de pacientes por meio do ORAH em hospitais para a região de Ribeirão Preto (DRS-XIII), mostrando uma gama de aplicações. Pretendemos explorar no futuro o georreferenciamento dos casos de câncer e os dados da atenção básica provenientes do Sistema de Informação da Atenção Básica - SIAB.

Vale ressaltar que todo o esforço de construção desse sistema se baseou fortemente na utilização de ferramentas gratuitas e com código aberto, gerando a diminuição de custos do aplicativo, o que é um requisito importante para sua utilização em serviços públicos de saúde.

Também é importante salientar, que as bases de dados e de mapas foram adquiridas pelo convênio firmado entre as instituições envolvidas, DRS-XIII, HCFMRP e prefeituras; e que este trabalho foi aprovado pelos comitês

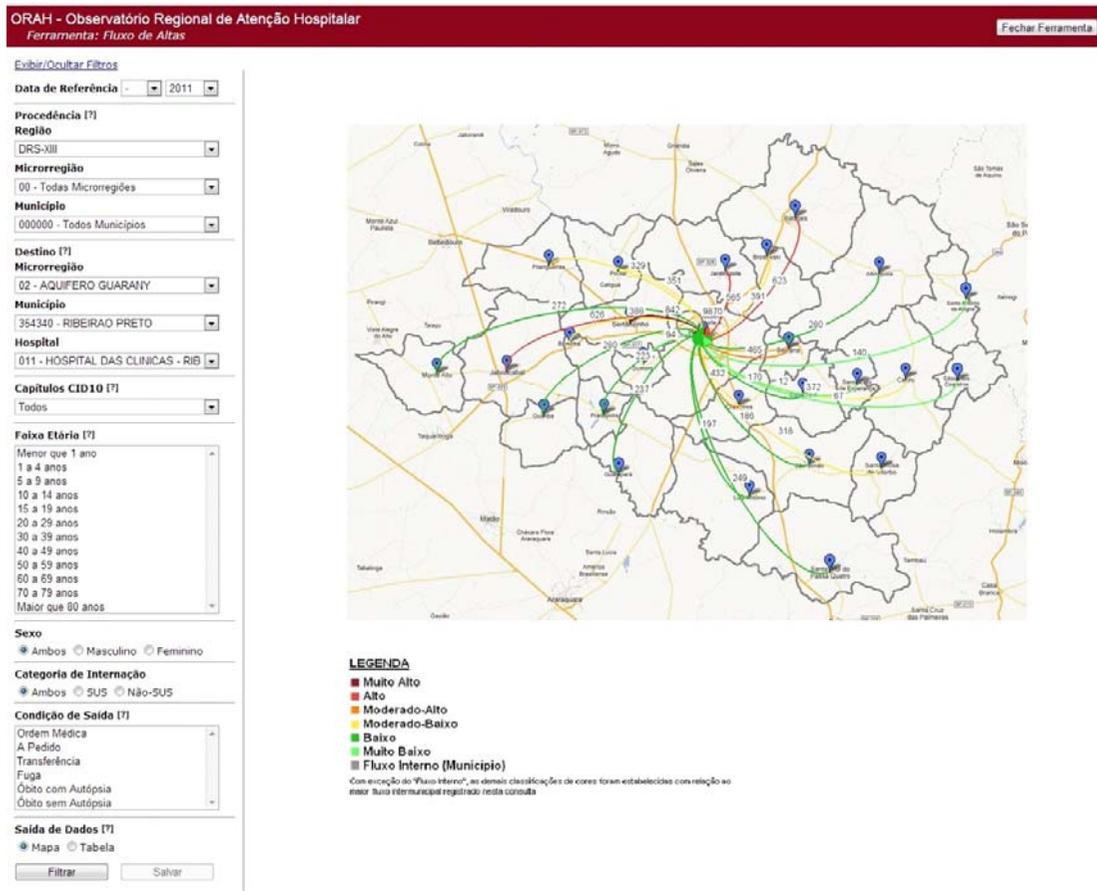


Figura 4 – Fluxo de pacientes observados pelo Integra-GIS acoplado ao ORAH.

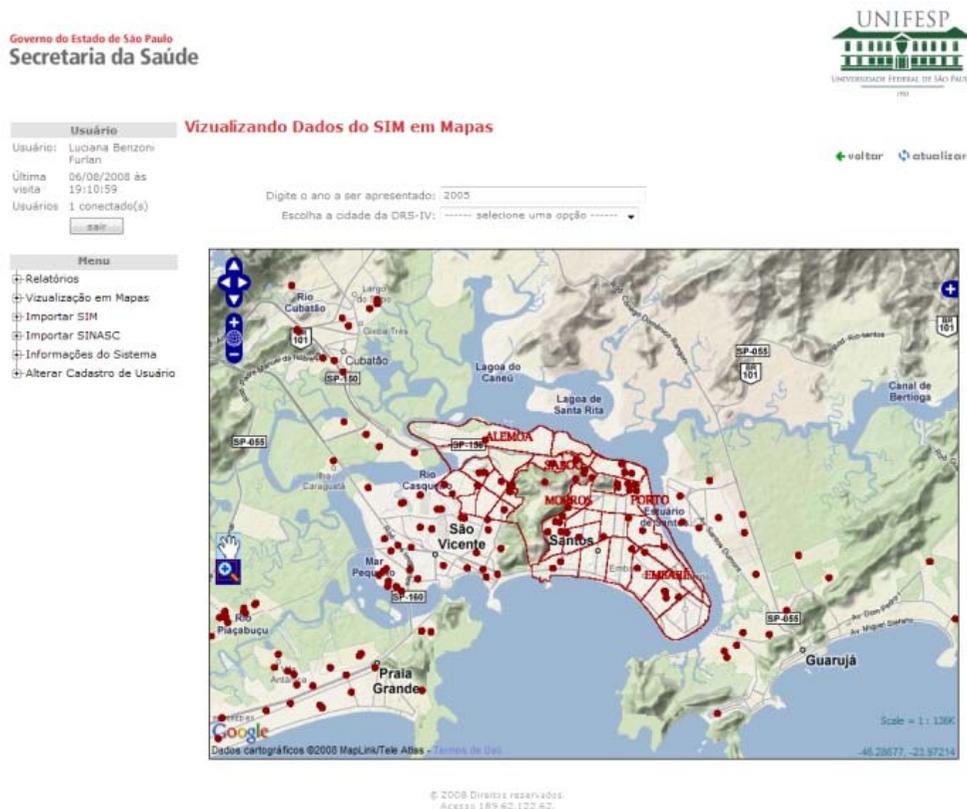


Figura 5 - Sistema de acompanhamento de mortalidade infantil que interopera com o Integra-GIS. Apresentação no mapa dos casos ocorridos na região metropolitana de Santos em 2005.

de ética dessas instituições e respeita os princípios de privacidade das informações dos pacientes.

Uma das limitações deste estudo foi ocasionada pela qualidade das informações cadastradas nos sistemas nacionais de saúde, tais como SIM, SINAN, SINASC e SIAB que influenciam na análise e georreferenciamento dos agravos. Contudo, mesmo com os dados contendo diversos erros de digitação dos endereços, foi possível realizar a análise desses agravos, o que demonstra que se as informações contidas nos sistemas nacionais fossem de melhor qualidade, a quantidade de pontos no mapa seria maior e a análise dos agravos mais bem elaboradas.

Finalmente, o Integra-GIS pode contribuir para a modernização dos sistemas de informação em saúde, por meio de um banco de dados de mapas, em diversas instâncias como hospitais, municípios e regiões de saúde. Esse banco de mapas pode, então, auxiliar na tomada de

decisão, no monitoramento e controle dos agravos em saúde, na identificação de áreas prioritárias de ações de saúde, e no planejamento em nível local, identificando e reclassificando cada região de saúde quanto ao risco coletivo de ocorrência da morbidade.

AGRADECIMENTOS

Este sistema foi desenvolvido de maneira interinstitucional (Departamento de Informática em Saúde, UNIFESP e Departamento de Medicina Social, FMRP/USP) em parceria com o DRS-IV - Baixada Santista, DRS-XIII – Ribeirão Preto e Hospital das Clínicas Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - HCFMRP. Os autores agradecem aos representantes de cada uma das instituições citadas e demais profissionais pelo apoio e participação nesse trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Cavicchioli V, Riberto L, Alves D. A Geographic Information System (GIS) to visualize the spatio-temporal patterns of the spread and control of dengue epidemics in the Ribeirão Preto city. Proceedings of the 1st International Conference on Bioinformatics and Computational Biology; 2003; May 14-16; Ribeirão Preto, São Paulo.
2. Felipe JC, Rezende A, Cavicchioli Neto V, Berardo B, Gueleri WL, Alves D. Utilizando mapas dinâmicos georreferenciados para suportar monitoramento e análise de informações de um sistema municipal de saúde. Anais do IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde; [Internet] Ribeirão Preto, São Paulo. São Paulo: Sociedade Brasileira de Informática em Saúde; 2004 [acesso em 2012 Ago 23]. Disponível em: <http://www.sbis.org.br/cbis9/arquivos/760.pdf>
3. Câmara, G. Casanova, M. A., Hermely, A. S., Magalhes G. C. & MEDEIROS C. M. B, 1996, "Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica". In: X Escola de Computação, Instituto de Computação, UNICAMP, Campinas
4. Brovelli MA, Magni D. An archaeological web GIS application based on mapserver and postGIS. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2006; Vol. XXXIV, Part 5/ W12, Dresden, Germany, September 2006
5. Organização Pan-Americana da Saúde. Geoprocessamento dos dados da saúde: o tratamento dos endereços. Cad Saúde Pública [Internet]. 2004 Dez [acesso em 2012 Set 08]; 20(6):17531756. Disponível em: <http://www.opas.org.br/GarretJJ>. Ajax: a new approach to web applications [internet]. San Francisco: [acesso em 2005 Fev 18]. Disponível em: <http://www.adaptivepath.com/ideas/essays/archives/000385.php>
6. Garret JJ. Ajax: a new approach to web applications [internet]. San Francisco: [acesso em 2005 Fev 18]. Disponível em: <http://www.adaptivepath.com/ideas/essays/archives/000385.php>
7. Pumhrey M. Geoserver [internet]. [local desconhecido]: Geoserver. [acesso em 2012 Jun 24]. Disponível em: <http://geoserver.org>
8. Ramsey, P. PostGIS manual [internet]. [local desconhecido]. [acesso em 2008 Oct 23]. Disponível em: <http://postgis.refractor.net/documentation>
9. Cavicchioli V. Desenvolvimento e integração de mapas dinâmicos georreferenciados para o gerenciamento e vigilância em saúde [Dissertação]. São Paulo (SP): Universidade Federal de São Paulo, Departamento de Informática em Saúde; 2010.
10. Furlan LB. Desenvolvimento de um sistema para o monitoramento e análise da mortalidade infantil na região metropolitana da baixada santista [Dissertação]. São Paulo (SP): Universidade Federal de São Paulo, Departamento de Informática em Saúde; 2009.
11. GeoRss Main Page [internet]. [local desconhecido] [Acesso em 2012 Set 02]. Disponível em: http://georss.org/Main_Page