

Proposta de sistema de informação geográfica como ferramenta para motivar políticas públicas de segurança: o Sistema de Informação sobre Violência Urbana (SIVIU)

Thiago Luís Lopes Siqueira^{1,2}
Maria Cecília Vecchiato Saenz Carneiro¹
José Silvio Govone¹

¹ Universidade Estadual Paulista - Unesp/Campus de Rio Claro
Caixa Postal 178 – 13500-230 – Rio Claro - SP, Brasil
thillsiq@gmail.com , {mcsaenz,jsgovone}@rc.unesp.br

² Apoio: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
05468-901 - São Paulo - SP, Brasil

Abstract. This paper describes the set of Software Engineering and Geographic Information Systems (GIS) elements employed in order to equip a previously developed Decision-Supported System and enhance its capabilities. The updated System must be able to motivate public security policies.

Palavras-chave: geographic information systems, software engineering, information visualization, violent deaths, sistemas de informações geográficas, engenharia de software, visualização de informações, mortes violentas.

1. Introdução

Atualmente, Sistemas de Apoio à Decisão constituem ferramentas computacionais de apoio a Políticas Públicas, podendo ser empregados como recurso no processo de tomada de decisões, como por exemplo, as que envolvem a Segurança Pública Municipal. Tais sistemas são de grande valia para o planejamento de ações mitigadoras, visto o alto número de mortes violentas ocorridas não apenas nos grandes centros, mas também em cidades de médio porte.

Para especialistas, a interiorização do crime, o crescimento urbano desorganizado e a falta de políticas preventivas contribuem para o quadro pessimista em que algumas cidades se encontram, como menciona Biagioli (2005).

Sob tal contexto fora criado, no Departamento de Estatística, Matemática Aplicada e Computação – IGCE – UNESP Campus de Rio Claro, o GestaFUV – Grupo de Estudos e Análise de Fenômenos Urbanos da Violência. Um protótipo de Sistema Computacional de coleta, registro e análise de dados de mortes violentas em municípios de médio porte, foi desenvolvido como ferramenta de apoio às decisões em Políticas Públicas, denominado SIVIU. Contudo, tal protótipo é desprovido de mecanismos de visualização das informações referentes à localização dos fatos, embora a constatação de padrões ou de características visuais presentes em imagens contribua de forma muito mais significativa para o processo de compreensão, do que a simples observação dos dados em sua forma bruta, conforme Nascimento e Ferreira (2005).

Ainda, segundo Balram e Dragicevic (2006), avanços em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e em disciplinas como interação humano-computador criaram novas oportunidades para integrar ferramentas de mapeamento espacial e análise em processos agrupados de tomada de decisão. Grande é a discussão acerca dos melhoramentos sobre a integração de mapeamento e tecnologias de visualização, para que sejam agrupadas e auxiliem tomadas de decisões.

2. Objetivos

Verificou-se a oportunidade de tornar o protótipo existente mais eficaz, sendo assim objetivou-se agregar a ele novas funcionalidades que permitem: (1) eliminar erros nos dados de endereço dos fatos, a fim de associar corretamente cada fato a um bairro no município (2) consultar a base e apresentar os dados de ocorrências georreferenciados pontualmente; (3) executar o mapeamento temático das ocorrências por bairro; (4) fundir mapas sob diferentes intervalos de tempo.

3. Materiais e Métodos

Empregou-se o Paradigma Evolucionário de Engenharia de Software, aliado à Orientação a Objetos. Os protótipos descartáveis desenvolvidos auxiliaram na compreensão geral dos requisitos do Sistema, cuja especificação se realizou através da categorização do problema em diversificadas dimensões: Física, Ecológica, Sócio-cultural e Econômica, analogamente a Yiftachel (1998 apud Balram e Dragicevic, 2006).

Modelou-se o Sistema utilizando-se UML (*Unified Modeling Language*), a exemplo do SIG colaborativo apresentado por Balram e Dragicevic (2006). A UML consiste numa linguagem diagramática para auxiliar a compreensão das características da aplicação a ser desenvolvida.

O modelo conceitual de dados do protótipo do SIVIU definia os elementos de endereço dos fatos como atributo, armazenando-os como na maioria dos sistemas de informação convencionais: identificando o logradouro por campos. Entretanto, segundo Davis (1998), do ponto de vista das aplicações geográficas, o endereço é uma entidade independente, e não um atributo de outras entidades. Mais ainda: o endereço é uma entidade eminentemente espacial. Embora não se disponha de informações georreferenciadas do município de Rio Claro em nível de endereço, executou-se a remodelagem do SIVIU utilizando OMT-G, esclarecida por Borges e outros (1999).

OMT-G é uma metodologia baseada em OMT (*Object Modeling Technique*). Esta, por sua vez, consiste num método de projeto orientado a objetos que inclusive contribuiu para a elaboração da UML. OMT-G introduz novas primitivas a OMT, suprimindo algumas das deficiências deste, tornando possível a modelagem de dados geográficos e aumentando sua capacidade semântica, através do estabelecimento de associações entre Classes georreferenciadas e convencionais, por exemplo. O modelo construído é exibido na **Figura 1**.

Associações com linhas contínuas representam relacionamentos simples típicos do Modelo Entidade-Relacionamento, e podem relacionar classes georreferenciadas e convencionais. A cardinalidade é análoga à verificada em UML. Entre Cruzamento e Trecho de logradouro, verifica-se um relacionamento espacial do tipo rede, chamado Malha viária. Cruzamento é representado por seu pictograma padrão nó. Redes expressam a conectividade entre elementos. Associações entre Trecho de logradouro e Bairro e entre Endereço e Bairro são espaciais, pois estão representados por linhas pontilhadas. Em ambos, verificam-se agregações espaciais identificando Bairro como todo, e Trecho de logradouro e Endereço como partes. A associação entre Trecho de logradouro e Endereço pertence ao conjunto de relacionamentos espaciais padrões de OMT-G.

A linguagem de programação Java foi empregada em conjunto com Geotools, a qual consiste numa ferramenta voltada ao desenvolvimento de soluções SIG que seguem o padrão de implementação e as especificações do OGC (*The Open Geospatial Consortium*). Seu processo de desenvolvimento é aberto e mantido na Internet com a adição de colaborações públicas e novas idéias. O modelo geométrico vetorial usado por Geotools é Java Topology Suite – JTS (2006).

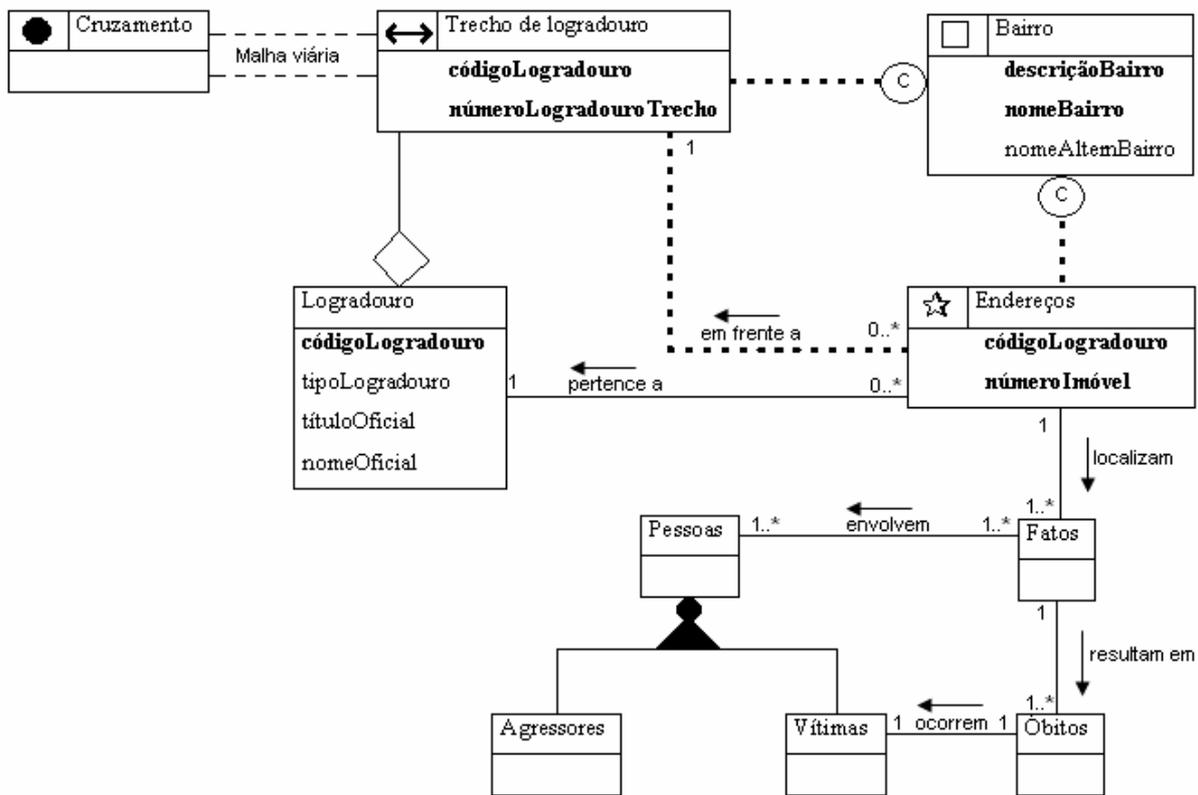


Figura 1 – Modelo de dados geográficos do SIVIU, utilizando OMT-G.

O Sistema lida com arquivos e com banco de dados porque, embora existam conhecidos problemas no armazenamento tradicional em arquivos (como falta de controle sobre redundância), testes executados no sistema indicam que em certos casos não convém consultar milhares de registros num banco de dados a fim de apresentar todas as geometrias de um mapa. Além disso, as interfaces PostgisDataStore e ShapefileDataStore, implementadas por Geotools, possibilitam que tanto um banco de dados espacial quanto um arquivo de formato complexo possam ser tratados como um único armazém de dados, garantindo ainda confiabilidade neste armazenamento.

Sendo assim, adotou-se o Sistema Gerenciador de Banco de Dados PostgreSQL 8.1, habilitando seu suporte a objetos geográficos, denominado PostGIS. O formato adotado para arquivos de mapas foi ESRI Shapefile, capaz de armazenar geometrias não-topológicas e informações de uma característica geográfica (*feature*) com representação espacial e forma, conforme Environmental Systems Research Institute (1998). Por não armazenar topologia, são proporcionadas diversas vantagens em relação a outras fontes de dados, como maior velocidade ao desenhar, menor espaço em disco e facilidade de leitura e escrita. Outro ponto em seu favor é que usuários têm livre acesso à sua especificação técnica, que contém as estruturas de dados necessárias para leitura e escrita de shapefiles, por exemplo. Este fator é de grande relevância, visto que o Projeto do SIVIU está inserido no contexto de Políticas Públicas.

Implementou-se um algoritmo para corrigir nomes de bairros que não seguem o padrão oficial. Este algoritmo foi baseado na Distância de Levenshtein que, segundo Kleiweg (2006), define o número de alterações (exclusões, substituições e inserções) requeridas para transformar uma cadeia de caracteres (*string*) noutra. Basicamente, compara-se uma *string* a um conjunto de *strings* corretas; deste conjunto será selecionada a *string* cujo número de alterações para transformar a primeira, nesta outra é o menor. Devido à presença de muitos

nomes de bairros abreviados na base antiga, decidiu-se segmentar a informação do nome do bairro em atributos que determinam sua descrição (Parque, Jardim, Conjunto Habitacional, por exemplo), seu nome oficial e seu nome popular alternativo, como mostra a **Figura 1**.

Por fim, vale ressaltar que houve preocupação em utilizar ferramentas gratuitas e livres no decorrer do trabalho, bem como em isolar as funções essenciais do Sistema, da tecnologia empregada na interface homem-máquina do mesmo, a fim de promover a reusabilidade.

4. Resultados e discussões

A Especificação do Sistema foi executada com êxito, sendo que a revisão dos requisitos indicou aqueles indispensáveis e outros que podem enriquecer o trabalho, como mostra a Tabela 1. Alguns deles requerem o georreferenciamento de suas informações, podendo ser de difícil acesso.

Tabela 1 – Categorização dos problemas e seu tratamento adequado, auxiliando a análise do SIVIU.

Categoria	Tratar	Especificação de requisitos do SIVIU
Física	Quais os espaços geográfico e social.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mapa municipal contendo logradouros, quarteirões, infra-estrutura (saneamento básico, pavimentação), além de áreas de lazer, escolas, bares e bases policiais. 2. Estatísticas municipais, como o Censo Demográfico.
Ecológica	Características naturais ou antrópicas que causam modificações aos processos ambientais.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Áreas verdes. 2. Loteamentos clandestinos sobre matas ciliares ou regiões de preservação ambiental. 3. Presença da população em regiões ecologicamente degradadas pela atividade industrial.
Sócio-cultural, Econômica, Valores humanos	Componentes sociais, culturais e econômicos que afetam o contexto do problema.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Variáveis tratadas no protótipo do SIVIU descrevem vítimas e agressores: naturalidade, sexo, endereço, grau de escolaridade, estado civil, profissão, ocupação etc.

A Modelagem do Sistema foi concluída com sucesso, através de diagramas de Casos de Uso, Classes e Seqüência. As classes definidas realizam tarefas de: (1) manipulação dos arquivos e bancos de dados geográficos que contêm mapas vetoriais; (2) escrita sobre o banco de dados geográficos de mortes violentas; (3) consulta sobre a mesma base; (4) controle das camadas (*layers*) dos mapas (adição, remoção etc); (5) estilização do mapa.

Nomes de bairros inadequados presentes na base antiga foram corrigidos e o novo sistema obriga o usuário a selecionar apenas entre nomes pré-definidos, evitando a inconsistência dos dados de endereço.

O Sistema está apto a executar o mapeamento temático por bairros, conforme a frequência dos eventos, a apresentá-los como pontos (possibilitando *clustering*), e a inserir novos deles na base. Permite ainda fundir mapas que compreendem diferentes intervalos de tempo, apoiando o reconhecimento de padrões temporais dos fatos. Transformações visuais propostas por Card e outros (1999 apud Nascimento e Ferreira, 2005) são implementadas por ferramentas de *zoom* e de deslocamento para auxiliar a visualização.

Como as feições presentes num armazém de dados (PostgisDataStore ou ShapefileDataStore) são estilizadas para posteriormente serem adicionadas ao mapa, este trabalho comparou a velocidade da estilização das feições provenientes das diferentes interfaces, bem como sua apresentação ao usuário e a disponibilidade para sofrer transformações visuais. Shapefiles e tabelas do PostGIS com dezenas de milhares de registros que se equivalem, por exemplo, demonstraram comportamento similar segundo os testes.

Verifica-se também a existência de aplicativos gratuitos e confiáveis para a conversão entre formatos PostGIS e Shapefile. Por isso justifica-se lidar com arquivos e com banco de dados, extraindo o melhor de cada abordagem.

Para evitar que o contraste entre cores de áreas adjacentes possa alterar a percepção de uma delas, fenômeno observado por Card e outros (1999 apud Nascimento e Ferreira, 2005), os perímetros das áreas dos bairros do município contam com fina borda branca, quando se constrói o mapa temático.

Uma tela de interface do SIVIU, atualizado com funcionalidades SIG, é exibida na **Figura 2**. É possível verificar a existência de quatro abas de mapas abertas, enquanto que a primeira delas é a que exhibe os resultados de duas consultas, os quais são representados por símbolos distintos. O texto em linguagem natural auxilia o usuário a se recordar da consulta que realizou. As camadas selecionadas para apresentação são Logradouros e Ferrovias. O usuário pode ainda, a partir do menu, efetuar nova consulta e/ou gerar um mapa temático por bairros.

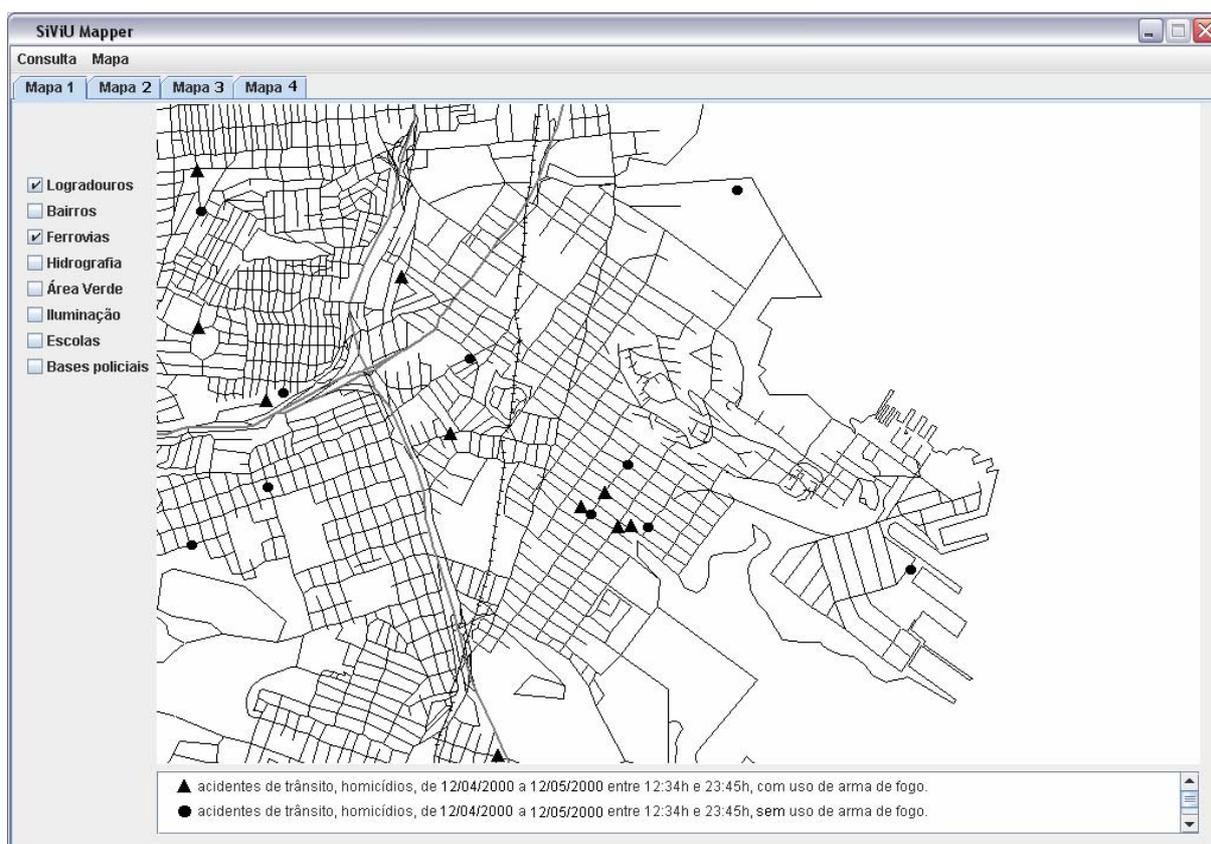


Figura 2 – Tela do SIVIU exibindo resultados de duas consultas em uma aba.

O presente Sistema provê suporte à entrada de dados em forma de coordenadas globais, que podem ser obtidas por receptores de dados provenientes do GPS (Global Positioning System).

Verifica-se que a maioria dos municípios brasileiros se encontra longe de possuir um banco de dados geográfico que registre todos os logradouros existentes (o cenário ideal para a execução deste trabalho), bem como iluminação pública, invasões de mata ciliar etc.

5. Conclusões

Materiais e Métodos empregados foram suficientes para que se atingissem Resultados bastante satisfatórios. A escolha dos mesmos satisfaz às necessidades do autor para o desenvolvimento da aplicação proposta.

Os diagramas UML definiram razoável abstração do problema, facilitando seu entendimento, atuando de maneira decisiva no projeto. Vislumbra-se, no modelo colaborativo de SIG proposto por Balram e Dragicevic (2006), grande potencial para prover a modelagem e a especificação de aplicativos robustos, que descrevem de maneira pormenorizada o problema para o qual urgem tomadas de decisão apoiadas por SIG.

Ainda, a categorização do problema em diferentes âmbitos permite associar fatores sócio-geográficos aos eventos. Estes fatores podem ser incluídos no mapa para auxiliar a compreensão dos fatos. Porém, muitos deles podem não se encontrar georreferenciados, dificultando a execução do trabalho. Já a grande afinidade entre Geotools, JTS, ESRI Shapefile e PostGIS facilita amplamente a mesma.

A entrada de dados em forma de coordenadas globais, além de dispensar a necessidade de elementos de endereço para a localização dos fatos (ou seja, dispensar mapas georreferenciados em nível de endereço, e aceitar aqueles apenas sob coordenadas globais), motiva a “instrumentalização” dos órgãos oficiais de Segurança Pública.

Se por um lado isto possibilita o emprego do mapa vetorial disponível, por outro lado nota-se completo desajuste entre o desenho do mesmo e as características de um mapa adequado para aplicações SIG. Tanto é que a virtude esperada de rapidez de processamento é prejudicada, ao contrário do que ocorre com mapas de design apropriado. Superou-se também a incompatibilidade entre algumas geometrias de JTS e símbolos de Geotools que as representam.

O mapeamento temático por bairros não comunica tanta informação quanto a disposição de objetos pontuais no mapa, e não possibilita a formação de *clusters*. Contudo sua implementação não fora descartada, porque bairros podem compreender áreas de tamanho reduzido em municípios de médio porte, e identificar os bairros mais violentos pode motivar decisões em Políticas Públicas. Além disso, o georreferenciamento por bairros pode ser o único possível em alguns casos, tais como na ausência de dados sobre o correto endereço.

O Sistema resultante consiste num conceitualmente robusto SIG, dotado de adequado acervo de funcionalidades, apto a motivar decisões em Políticas Públicas de Segurança. Ele também estimula órgãos oficiais a estabelecerem novos procedimentos na coleta dos dados geográficos em seus municípios, bem como das ocorrências de mortes violentas, e a buscarem recursos tecnológicos disponíveis que possam auxiliar tais procedimentos.

Referências

- Balram, S.; Dragicevic S. Modelling collaborative GIS processes using soft systems theory, UML and object-oriented design. **Transactions in GIS**. v. 10, n. 2, p. 199-218, 2006.
- Biagioli, M. Estudo aponta alta da violência. **Jornal de Piracicaba**. p. A-7, 25 nov. 2005.
- Borges, K.A.V. et al. Modelagem conceitual de dados geográficos. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/cap3.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2005.
- Davis, C. Endereços em GIS urbano. **Infogeo**. Curitiba, n.4, p. 44-46, 1998.

Environmental Systems Research Institute. Shapefile Technical Description. Disponível em: <<http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2006.

Kleiweg, P. Levenshtein Algorithm. Disponível em: <<http://www.let.rug.nl/~kleiweg/lev/levenshtein.html>>. Acesso em: 12 ago. 2006.

Nascimento, H. A. D.; Ferreira, C. B. R. Visualização de Informações – Uma abordagem prática. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 25, 2005, São Leopoldo. **Anais do XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação**. São Leopoldo: 2005. Mídia de CD. Jornada de Atualização em Informática, p. 1262-1312.

Vivid Solutions. JTS Topology Suíte. Disponível em: <<http://www.vividsolutions.com/JTS/JTSHome.htm>>. Acesso em: 22 mar. 2006.