

PROPOSTA DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA SOBRE MORTES VIOLENTAS EM CIDADES DE MÉDIO PORTE.

Thiago Luís Lopes Siqueira, Maria Cecília Vecchiato Saenz Carneiro, José Silvio Govone, Antônio Carlos Simões Pião, Farid Nourani. – Ciência da Computação - Bacharelado em Ciências da Computação - Departamento de Estatística, Matemática Aplicada e Computação – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Campus de Rio Claro.

Atualmente, Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) constituem ferramentas computacionais de apoio a Políticas Públicas, podendo ser empregados 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 (BIAGIOLI, 2005).

Sob tal contexto fora criado, no referido Departamento, o GestaFUV – Grupo de Estudos e Análise de Fenômenos Urbanos da Violência. Este Grupo desenvolveu um protótipo de Sistema Computacional de coleta, registro e análise de dados de mortes violentas em municípios de médio porte, 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, visto que a constatação de padrões ou de características visuais presentes em imagens contribui de forma muito mais significativa para o processo de compreensão, do que a simples observação dos dados em sua forma bruta (NASCIMENTO; FERREIRA, 2005).

Ainda, 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. Por isso, 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 (ARMSTRONG et al., 1992, NYERGES; JANKOWSKI, 1997, MACEACHERN, 2001 apud BALRAM; DRAGICEVIC, 2006 – tradução nossa).

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 pontualmente os dados de ocorrências georreferenciados; (3) executar o mapeamento temático das ocorrências, por bairro; (4) fundir mapas sob diferentes intervalos de tempo.

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 (YIFTACHEL, 1998 apud BALRAM; 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 de uma 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, e eram armazenados como na maioria dos sistemas de informação convencionais: identificando o logradouro por campos. Entretanto, 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 (DAVIS 1998). Embora não se disponha de informações georreferenciadas do referido município em nível de endereço, executou-se a remodelagem do SiViU utilizando OMT-G (BORGES 2006). Esta metodologia é baseada em OMT (*Object Modeling Technique*), o qual consiste num método de projeto orientado a objetos. OMT-G introduz novas primitivas à 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.

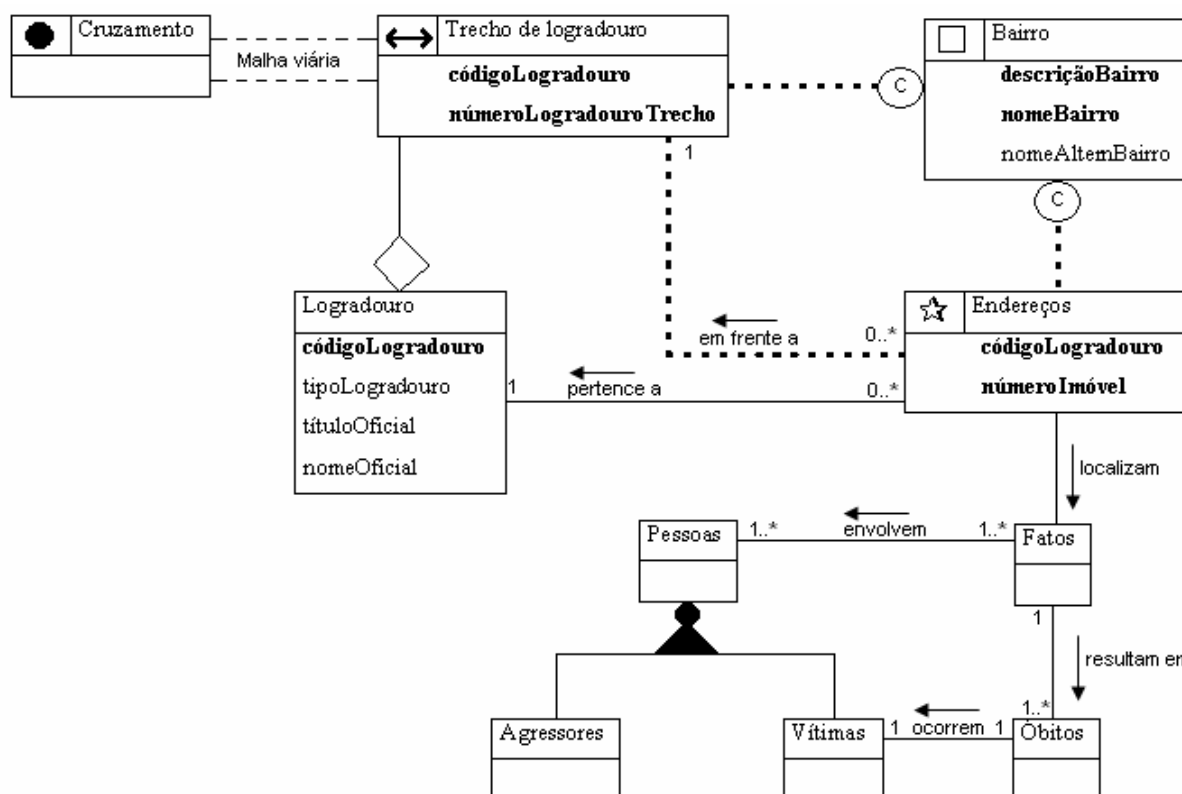


Figura 1 – Modelo de dados geográficos do SiViU, utilizando OMT-G.

Associações representadas por 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. Cruzamentos são representados 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 representadas 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).

O Sistema lida com arquivos e com banco de dados porque, embora existam conhecidas restrições no armazenamento tradicional em arquivos (como falta de controle sobre redundância), não convém realizar consulta sobre milhares de registros num banco de dados a fim de apresentar todas as geometrias de um mapa.

Sendo assim, adotou-se o Sistema Gerenciador de Banco de Dados PostgreSQL 8.1, habilitando seu suporte a objetos geográficos, chamado 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 (ENVIRONMENTAL, 1998). Por não armazenar topologia, é proporcionada vantagem em relação a outras fontes de dados, como maior velocidade ao desenhar, menor espaço em disco e facilidade de leitura e escrita.

Implementou-se um algoritmo para corrigir nomes de bairros que não seguem o padrão oficial. Este algoritmo foi baseado na Distância de Levenshtein (KLEIWEG 2006), a qual 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 é o menor.

Ao contrário do que pode ocorrer utilizando-se apenas a Distância de Levenshtein, o algoritmo implementado impede que se substitua uma *string* não-oficial pela de menor tamanho e com mesma quantidade de caracteres de espaço que a primeira. Esta propriedade indesejável pode substituir “Estádio” por “Centro”, ignorando o substituto correto “Bairro do Estádio”, por exemplo.

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, bairros, 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 as tarefas de: (1) manipulação dos arquivos de mapas vetoriais que não se modificam constantemente (rodovia, hidrografia etc); (2) edição do banco de dados geográficos de mortes violentas; (3) consulta à mesma base; (4) controle das camadas (*layers*) dos mapas (adição, remoção etc).

O Sistema está apto a executar o mapeamento temático por bairros, conforme a freqüência 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 (Card et al. 1999 apud NASCIMENTO; FERREIRA, 2005) são implementadas por ferramentas de *zoom* e de deslocamento para auxiliar a visualização.

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

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*). Isto, 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 sob coordenadas globais), motiva a “instrumentalização” dos órgãos oficiais de Segurança Pública.

A inadequação do mapa vetorial de Rio Claro foi superada pelo uso de exemplares fictícios, porém a expectativa de um estudo de caso voltado àquele município foi praticamente frustrada. Se por um lado a entrada de dados em forma de coordenadas globais possibilita o emprego do mapa 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 não se observa, ao contrário do que ocorre com mapas de design apropriado. Superou-se a incompatibilidade entre algumas geometrias de JTS e símbolos de Geotools que as representam.

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 áreas verdes, hidrovias, invasões de mata ciliar etc. Por isso justifica-se lidar com arquivos e com banco de dados, extraindo o melhor de cada abordagem.

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 e 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 que se quer resolver através de SIG. 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. Contudo, muitos deles não se encontram georreferenciados, o que dificulta o trabalho.

Verifica-se grande afinidade entre Geotools, JTS, ESRI Shapefile e PostGIS, o que facilita amplamente o trabalho.

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, apto a motivar decisões em Políticas Públicas de Segurança.

Referências Bibliográficas

BALRAM S.; DRAGICEVIC S.. Modelling Collaborative GIS Processes Using Soft Systems Theory, UML and Object Oriented Design. **Transactions in GIS**, cidade, v. 10, n. 2, p. 199-218, mar. 2006.

BIAGIOLI, M. Estudo aponta alta da Violência. **Jornal de Piracicaba**, Piracicaba, 25 nov. 2005. Cidades, p. A-7.

BORGES K. A. V., et al. **Modelagem conceitual de dados geográficos**. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/cap3.pdf>>. Acesso em: 1 set. 2006.

DAVIS, C. Endereços em GIS urbano. **Infogeo**, Curitiba, n.4, p.44-46. 1998.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **Shapefile technical description**. New York: ESRI White Paper, 1998. Disponível em: <<http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2006.

JTS Topology Suite. Disponível em: <<http://www.vividsolutions.com/JTS/JTSHome.htm>>. Acesso em: 22 fev. 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.

Bolsa: FAPESP