

Utilização de SIG Móvel para construção de filtros dinâmicos a partir de dados espaciais - Uma extensão para o Sistema de Informações Geográficas Aplicado ao Policiamento Ambiental (SIGAPA)

Silvana Sá de Carvalho¹
Arnaldo Bispo de Jesus²
Ane Gleide da Conceição de Araújo²

¹ Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial e
Desenvolvimento Social da UCSal
Avenida Cardeal da Silva, 205
40.231-902 - Salvador / BA
silvanasc@ucsal.br

² Universidade Católica do Salvador - UCSal
Avenida Prof. Pinto de Aguiar, 2589 – Pituáçu
CEP: 41.740-090 – Salvador, BA – Brasil
santobispo@gmail.com, araujoane@hotmail.com

Abstract. The dynamic database model proposed by Ka-Wai Kwan and Wen-zhong Shi in the article A Study of Dynamic Mobile GIS Database presents a new conceptual model from a dataset spatial temporal GIS adapted for mobile composing so a dynamic database. This approach once implemented, will allow object-relational models to adapt dynamically to user-supplied data such as velocity and location, this feature is potentially useful when dealing with people with mobile devices like tablets and pdas. Conceptually databases are known to have rigid structures pre-defined and strongly typed. On one hand these features help enable the systematization and reliability in data integrity, on the other hand limit the storage process, query and retrieval of data in the sense that the whole process must meet the model previously defined. This feature limits the creation of filters and dynamic views of the data necessary resources when it comes to data acquisition in real time especially if the consumer using these data are precision systems such as mobile gis. From the results obtained in tests conducted by the authors infer that the response time for queries in conventional databases tends to increase proportionally larger the size of the records persisted while the response time can be significantly reduced by a base dynamic data similar to that proposed. This scenario is ideal for the nature of the application presented in this paper.

Palavras-chave: *Spatial databases, Dynamic modelling, Temporal data, Bancos de dados espaciais, Modelos dinâmicos de dados, Bancos de dados temporais.*

1. Introdução

Dentre os objetivos do Sistema de Informações Geográficas Aplicado ao Policiamento Ambiental (SIGAPA) está o de prover uma solução computacional com foco em geoprocessamento que permita a troca de informações em tempo real entre os agentes em campo e a equipe da unidade operacional da Companhia de Polícia de Proteção Ambiental (COPPA), utilizando de um lado, aparelhos de telefonia celular dotados de receptores GPS e do outro, um sistema de informações geográficas na web (*webgis*), auxiliando o corpo policial na rotina de tomada de decisões e sistematização dos dados, inclusive para comunicação com outros órgãos integrantes do sistema de meio ambiente do estado da Bahia.

Tal solução torna-se necessária e oportuna, a medida em que permite congrega os vários atores do processo de aquisição, sistematização e disponibilização dos dados coletados e resultados de inferências estatística sobre o trabalho da polícia ambiental em torno de um único ambiente, este amparado pelo suporte computacional e com potencial de disseminação em larga escala com o auxílio da internet e de recursos multimídias, disponíveis no mercado. A utilização de equipamentos móveis dotados de capacidade de entrada e saída de dados, permitem que os agentes policiais em campo obtenham em tempo hábil, informações sobre

espécimes, ocorrências na vizinhança, rota para determinado local e ainda possam informar a base operacional sobre sua exata localização e tempo de deslocamento, sendo essas as principais motivações para a utilização de equipamento móveis dotados de aplicações portáteis baseadas em sistemas de informação geográfica.

Entretanto, o grande volume de dados espaciais necessários ao modelo proposto a saber: Informações sobre biomas, ocorrências anteriores preferencialmente ao longo de vários anos, dados censitários, informações cadastrais, estatísticas policiais, etc., fazem com que o processo de busca, armazenamento e recuperação das informações em bancos de dados, exija acentuado poder de processamento e grande quantidade de memória, recursos que no caso dos agentes em campo não são possíveis dentro do cenário tecnológico atual.

Este artigo propõe a criação de uma extensão para o SIGAPA a partir do conceito de banco de dados dinâmicos, aplicando estes aos Sistemas de Informações Geográficas Móveis (SIGs Móveis), possibilitando que as informações posicionais obtidas através de GPS embarcado, nos dispositivos móveis e tratadas pela aplicação, possibilitem o filtro de dados de interesse ao contexto operacional da polícia, reduzindo o volume de processamento, o tempo de resposta às consultas realizadas ao servidor de dados e alocação de visões materializadas de acordo com a necessidade local evitando inclusive redundância e concorrência a estes dados.

2. Bancos de dados dinâmicos e SIGs Móveis

A atividade de policiamento ambiental envolve ações operacionais originadas comumente em análises relativas a muitas variáveis, sejam jurídicas, regionais e sociológicas. Essas variáveis, em sua grande maioria, possuem componentes espaciais determinísticas das quais não podem ser dissociadas. A possibilidade de consultar e recuperar informações em tempo real em grandes bases de dados a partir do cruzamento de informações de campo é de grande valia para o agente policial. Porém essa possibilidade é limitada basicamente pela capacidade do equipamento local, em permitir a construção de expressões de busca contextualizadas e ainda pelos servidores de banco de dados que realizam essas buscas a partir de atributos ou de relações topológicas previamente armazenadas. Além disso, essa atividade requer relativos poder de processamento e memória.

A solução proposta por Kwan e Shi (2009) remetem a um modelo conceitual alternativo que abstrai um conjunto de dados GIS espaço-temporais adaptadas para dispositivos móveis de modo a compor um banco de dados dinâmico. Esta abordagem, uma vez implementada, possibilitará que um banco de dados objeto-relacional adapte-se dinamicamente a partir de demandas dos agentes em campo, tais como velocidade, localização e estação do ano por exemplo.

Conceitualmente bases de dados são conhecidas por possuírem estruturas rígidas pré-definidas e fortemente tipadas. Por um lado, essas características nos ajudam na sistematização e na integridade dos dados, por outro, o processo de consulta, armazenamento e recuperação de dados é limitado, no sentido de que todo o processo deve atender a um modelo previamente definido, ou seja, se somente parte do fluxo for necessário a um determinado contexto, todo o fluxo de dados será instanciado até atingir o objetivo.

3. Contextualização

A COPPA, em sua rotina de trabalho, utiliza dados oriundos de diversas fontes de pesquisa além de outros sistemas de informação existentes no estado, uma vez persistidos em

um banco de dados, estes por sua vez possuem tipologia complexa e variável como imagens, vídeos, plantas de engenharia, cartas de navegação e planilhas eletrônicas. Essas informações representam expressivo volume em termos de armazenamento físico que vai impactar no tempo de recuperação das informações, sobretudo para os agentes em campo que não dispõem de equipamentos com capacidade de processamento e memória capazes de apoiar no processo de recuperação destes dados.

A seleção de objetos gráficos ou alfanuméricos em um SIG, caracteriza uma de suas funcionalidades. Uma maneira de fazer a seleção em um SIG é através da utilização de filtros espaciais que podem ser aplicados sobre uma base de dados espaciais. Os filtros de dados podem facilitar o acesso a determinados recortes de dados, principalmente, considerando a grande quantidade de dados, em relação às bases de dados ambientais.

Os filtros podem funcionar criando recortes gráficos, a partir da definição de polígonos ou circunferências (área de abrangência a partir de um ponto, por exemplo) ou recortes não gráficos, a partir de seleções feitas pelos atributos contidos no banco de dados, como, por exemplo, data da ocorrência ou unidade espacial associada no banco de dados, ou até mesmo o tipo de ocorrência, ou ainda a combinação de duas ou três variáveis diferentes. A grande vantagem desses filtros é dar um suporte a uma análise espacial mais célere, mais precisa e que atenda à dinâmica de trabalho da corporação que utiliza o SIG.

Dentre as possibilidades de filtragem de dados está a utilização de uma base de dados espaciais temporais integrados ao SIG Móvel permitindo assim significativa redução no ciclo de aquisição, entrada e processamento de dados, uma vez que a comunicação destes equipamentos com grandes servidores de banco de dados e demais sistemas operacionais pode ser realizada em tempo real (Kwon e Kim, 2004).

4. Filtros dinâmicos em bancos de dados espaciais a partir de SIG Móveis

Para construção do modelo espacial dinâmico proposto, utilizaremos o conceito de bancos de dados temporais onde a dimensão espaço-tempo será utilizada como unidade relacional para chaveamento dentro de um modelo entidade-relacionamento existente.

Os bancos de dados temporais permitem realizar provisão de informações, que sejam úteis para um objeto, com objetivo de definir armazenamento, modelagem e dados temporais. Utilizam-se basicamente as informações históricas, sendo necessário o desenvolvimento de rótulos temporais. Esses rótulos devem ser agregados aos objetos do banco de dados temporal.

Edelweiss (1998) classifica os rótulos temporais como tipos de dados temporais, tipos de tempo e expressões temporais e podem ser classificados como:

- a) dados instantâneos;
- b) tempo de transição;
- c) tempo de validade;
- d) bitemporais.

Os dados temporais armazenam informações relativas ao tempo. Essas informações fazem uso de vários tipos de dados como: DATE, TIME, DATETIME, TIMESTAMP, INTERVAL e PERIOD. Estes tipos de dados têm implementação conhecida na maioria dos Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD) atuais.

Segundo Kwan e Shi (2009), um conjunto de dados espacial temporal é definida como uma coleção de objetos espaciais históricos (armazenam suas variações ao longo do tempo). De modo que cada membro do conjunto pode ser tratado como um instantâneo de um objeto espacial particular em um dado momento como descreve a equação 1:

$$ST = \{s_i(t) : g(s_i(t)) \in A, i = 1, 2, \dots, n; 0 < t < \infty\} \quad (1)$$

Onde $S_i(t)$ refere-se a um objeto espacial 'i' no tempo t. Tradicionalmente, uma mudança de atributo pode ser definida como a diferença entre os dois elementos do mesmo conjunto de dados de espaço-temporal que corresponde ao mesmo objeto. Por exemplo, existe apenas uma construção na zona A, no tempo t1. No tempo t2, no entanto, há três construções na mesma zona.

4.2 Contribuições aos modelos antecedentes

No modelo aqui proposto, acrescentaremos uma dimensão espacial (s) a um subconjunto de dados temporais obtidos por um SIG Móvel. Esta relação ($s \Leftrightarrow t$) será utilizada como um objeto comutador de estados entre a aplicação embarcada e o modelo entidade-relacionamento como pode ser visto na figura 1.

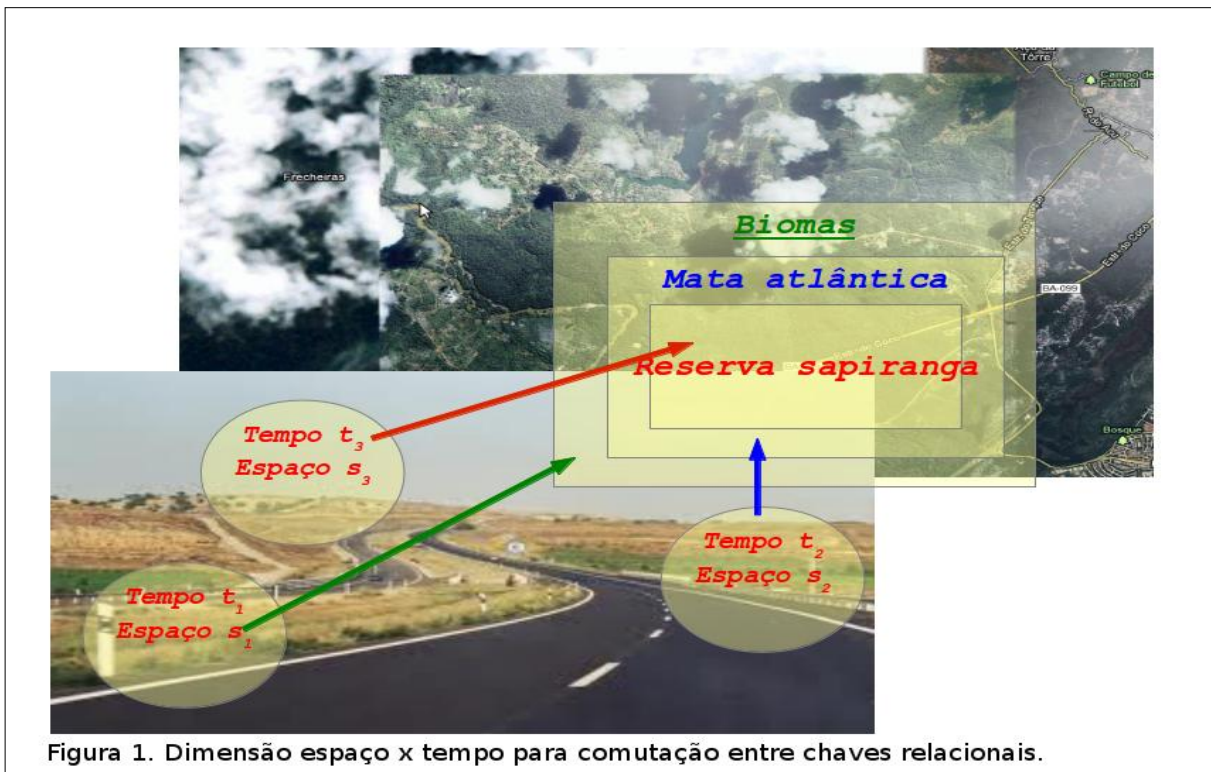
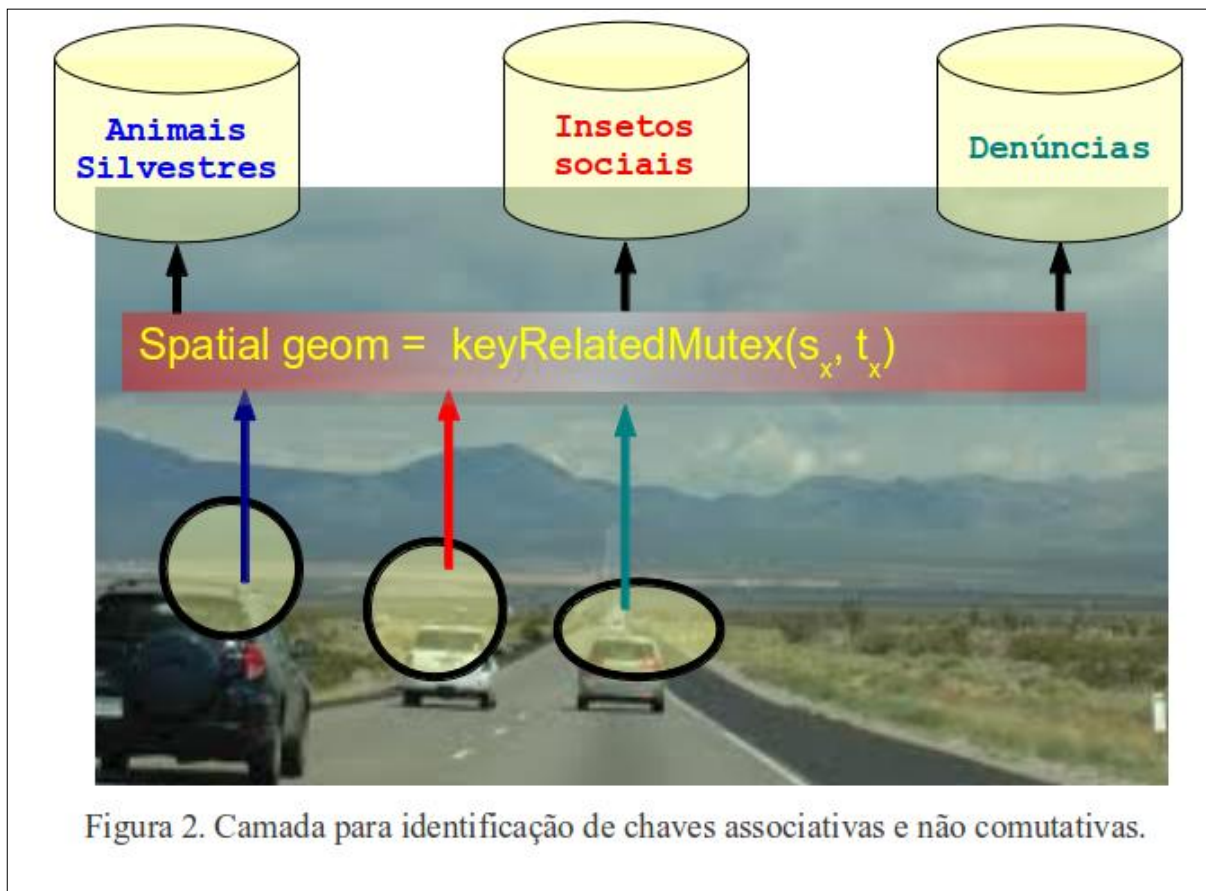


Figura 1. Dimensão espaço x tempo para comutação entre chaves relacionais.

Para as visões de dados onde as relações sejam indiretas ou não aparentes normalmente materializadas através de camadas de aplicação acopladas ao banco de dados, e ainda para aquelas baseadas em contexto com buscas textuais, faremos uma adaptação ao modelo proposto por Lamas (2009) que sugere uma arquitetura para o desenvolvimento de aplicações de SIG Móvel sensíveis ao contexto a partir da reutilização de um modelo de contexto independente de domínio integrado ao gerenciamento de dados geo-espaciais. Neste caso,

usaremos uma camada de integração de dados acoplada ao servidor capaz de identificar e gerenciar chaves associativas e não comutativas adaptando assim o modelo proposto por Tomko (2003) e como pode ser visto na figura 2:



Desta forma será possível dinamicamente selecionar quais conjuntos de dados compõem a chave para associação direta aos dados. A vantagem deste modelo é a possibilidade de utilização de diferentes objetos de contexto que responderão ao filtro de dados, sejam bancos de dados, servidores externos, serviços da *web* ou ainda um banco de dados contendo ontologias como propôs Lamas (2009).

4.1 Solução proposta

Os SGBDs utilizam modelos e estruturas de dados regulares. O modelo de banco de dados relacional, bem como o modelo objeto-relacional Garcia-Molina [et al.] (2000), possuem um esquema estrita e previamente tipado. A manutenção deste modelo em grandes bases de dados espaciais, entretanto, não é trivial, vez que os objetos armazenados nestes casos são diretamente abstraídos do mundo físico tendo portanto a mesma natureza dinâmica e imprevisível inerentes a estes. Uma solução possível, é a construção de camadas que correlacionem o modelo formal existente com mecanismos de armazenamento e recuperação dinâmicos de acordo com a necessidade dos usuários destes dados (Arruda, 2001).

Para isso, é necessário que se tenha o correto mapeamento do modelo relacional aos objetos espaço-temporais que representam o dado geográfico em dado momento ou localização providos pelo SIG Móvel. Esta é a proposta deste trabalho, cujo desenvolvimento pode ser descrito de acordos com as seguintes etapas metodológicas:

- 1) A aplicação embarcada empacota os dados de localização, velocidade e tempos de deslocamento antes do envio ao servidor da aplicação.
- 2) Servidor reconhece o tipo de chave ou de associação necessária para filtragem.
- 3) Servidor materializa dinamicamente a visão necessária ao contexto do pacote recebido e prepara para receber consulta.
- 4) Servidor conecta aplicação móvel à visão dinamicamente materializada.

5. Conclusões

Dados geográficos pela sua natureza dinâmica nem sempre são facilmente representáveis em modelos conceituais e assim constituem um poderoso acervo de informações generalizadas com estrutura naturalmente evolutiva, fracamente tipada e caótica. De modo que o processo de consulta a estes dados pode apresentar desempenho pouco satisfatório se considerados os aspectos de frequência, concorrência e volume de acesso. Construir aplicações capazes de mitigar os problemas causados por estes fatores é objeto de pesquisa de muitas instituições em todo o mundo tendo gerado iniciativas e metodologias como as que orientaram este trabalho.

Espera-se que a implementação desta solução proposta possa contribuir com o atual estágio do SIGAPA melhorando no que couber sua eficiência operacional. O desenvolvimento desta solução pode significar economia de tempo e possibilidade de efetuar análises com mais precisão e acurácia durante as atividades de campo dos agentes da COPPA.

6. Referências

- Arruda, L. S. **Consultas semânticas a dados semi-estruturados e estruturados**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba. 2001.
- Browne, Christopher. **PostgreSQL & Temporal Data**. In: Terceira Conferência nacional de PostgreSQL - PGCon. 2009 . Campinas, São Paulo - UNICAMP. Disponível em: <<http://pgbr.postgresql.org.br/2009/>>. Acesso em 01 jun. 2012.
- Edelweiss, Nina. **Banco de dados temporais: teoria e prática**. In: Jornada de atualização em informática, 1998, Belo Horizonte. Anais do XVII Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação. Belo Horizonte: SBC, 1998. p. 225-282.
- Garcia-Molina, H.; Ullman, J. D. e Widom, J. **Implementação de Sistemas de Bancos de Dados**, Editora Campus. 2000.
- Kwan, Ka-Wai.; Shi, When-Zhong. A Study of Dynamic Database in Mobile GIS. **Journal Computers & Geosciences archive**. Volume 35 Issue 11, P. 2210-2221, 2009.
- Kwon, Y. J.; Kim D. (2005) - *Mobile SeoulSearch: A Web-Based Mobile Regional Information Retrieval System Utilizing Location Information*. - WEB AND WIRELESS GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (W2GIS), 4th, **INTERNATIONAL WORKSHOP**, 2004, Goyang, Coreia do Sul. Proceedings. Coreia do Sul: Lecture Notes in Computer Science 3428 Springer, p. 206-220.
- Lamas, A. R. **Uma arquitetura para o desenvolvimento de Sistemas de Informação Geográfica Móveis sensíveis ao contexto**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa; abril . 2009
- Richard T. Snodgrass. **TSQL2 Temporal Query Language**. Disponível em: <www.cs.arizona.edu>. Acesso em: 05 set. 2012.
- Santos, C. S. **Implementação de Banco de Dados Temporais com versionamento de esquema: um estudo comparativo**. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/2720>>. Acesso em: 01 nov. 2012.

TOMKO, M. **Spatial Databases for Mobile GIS Applications**. Final conclusion master science paper. Slovak University of Technology. 2003.