

PROPOSTA DE UM MODELO LÓGICO DE BANCO DE DADOS ESPACIAIS PARA AVALIAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS DE ÁREAS COSTEIRAS

Raquel Dezidério Souto¹

1 – Universidade Federal do Rio de Janeiro – Departamento de Geografia – Laboratório de Cartografia (Geocart) – (raquel.deziderio@gmail.com; pmenezes@acd.ufrj.br)

ABSTRACT

This paper seeks to show how geographic databases are important in geographical analysis and other areas that also make use of GIS. Throughout the text are shown the requirements and characteristics of a geographical database (GD) and what makes it different from a database that does not include spatial data. As an example, a logic model is presented to the BDG developed for Thesis research entitled "Sustainability Signatures of the coastal municipalities of Rio de Janeiro", developed in the Postgraduate Programme in Geography of the Federal University of Rio de Janeiro. It is expected that with the release of this work contributes to improve understanding about the characteristics and importance of GDs today.

Keywords: geographical database, relational model, logical model, Rio de Janeiro.

INTRODUÇÃO

Esse artigo propõe um modelo lógico de banco de dados geográficos (BDG) para armazenamento de dados socioeconômicos e ambientais para zona costeiras. Esse modelo lógico faz parte da Tese de doutoramento da autora, ainda a ser defendida, no Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

O artigo tenta esclarecer as seguintes questões: *qual a importância dos bancos de dados geográficos, no que se refere às suas potencialidades? Como seria o modelo lógico de um BDG para suporte à análise sobre as condições socioeconômicas e ambientais das áreas costeiras (tendo-se como estudo de caso a costa do Rio de Janeiro)? Esse é um bom modelo lógico e por quê?*

Com o passar do tempo, há reconhecido aumento na velocidade do crescimento da densidade demográfica em áreas costeiras, que terminam por acarretar maior número de interações entre fatores pertinentes às dimensões social e econômica e ambiental. Tais interações podem ser harmoniosas ou não, no sentido da manutenção ou não do equilíbrio dinâmico entre as mesmas. Em assim sendo, tende-

se ao aumento da complexidade das análises geoespaciais necessárias à compreensão das áreas costeiras. A depender da escala geográfica de análise, há maior incremento ainda no volume de dados. Adicione-se a escala temporal, mais dados.

RELEVÂNCIA DOS BANCOS DE DADOS GEOGRÁFICOS

Os bancos de dados geográficos (BDG) são importantes ferramentas para armazenamento, classificação, tratamento e consulta de dados georreferenciados, imprescindíveis na atualidade, frente à complexidade dos casos sob análise geográfica e ao volume crescente de dados produzidos.

Os dados georreferenciados são aqueles com localização espacial conhecida. Ao menos, sua latitude e longitude, podendo-se incluir ou não outros eixos (como um eixo “Z”, referente à altitude, por exemplo). A localização do objeto geográfico também pode ser realizada por meio de atribuição de um código, denominado “geocódigo” a um polígono, por exemplo (BRASIL, 2006). Situação comum quando da criação e manutenção de sistemas de informações cadastrais, como os que gerenciam as informações sobre as propriedades localizadas em uma cidade, por exemplo.

Os sistemas de informação geográfica (SIGs) fazem uso de BDGs que nem sempre estão obviamente visíveis ao usuário, mas que permitem uma variedade grande de operações de análise geoespacial, uma vez que os dados estão agrupados de acordo com o modelo lógico que é definido de antemão à implementação física do BDG. Observando a ilustração de Câmara e Queiroz (1998), a respeito da arquitetura do SIG, nota-se que o BDG é a base de toda a estrutura (Figura 1).

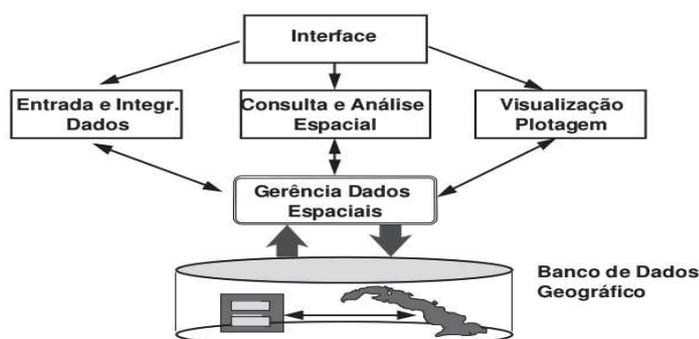


Figura 1. Estrutura geral de sistemas de informação geográfica. Fonte: Câmara e Queiroz (1998, p.3-3).

O modelo lógico (ou modelo mental) do BDG, denominado “Modelo entidade-relacionamento” (MER), faz parte do projeto do BDG, correspondendo ao *design* das entidades e o estabelecimento do tipo de relacionamento entre as mesmas.

A implementação física do BDG é realizada com auxílio de sistemas denominados “sistemas gerenciadores de bancos de dados” (SGBD), por meio dos quais as tabelas do BDG são criadas e os dados são inseridos e consultados, processados e recuperados. Entre outras vantagens, a utilização de um SGBD: *i)* permitem a portabilidade dos dados, a partir das operações de importação e de exportação de tabelas específicas ou de toda a base de dados; *ii)* permitem a criação de regras para campos considerados estratégicos em tabelas, diminuindo a ocorrência de erros de entrada e/ou alteração dos dados; *iii)* permitem trabalhar com dados georreferenciados; *iv)* permitem um ambiente colaborativo, concorrente, onde mais de uma pessoa realiza operações no BDG; *v)* proporcionam consistência de dados, uma vez que o controle da entrada de dados que possam gerar duplicidade é feito na própria estrutura física do BDG; *vi)* atualmente, permitem a formação em *clusters*, o que traduz-se em maior capacidade para o armazenamento e maior velocidade nas transações.

SISTEMAS GERENCIADORES DE BANCOS DE DADOS, SIGs e BDGs

Tendo em mente que desde a segunda geração dos SIGs já é possível contar com um SGBD ligado externamente ao SIG ou que faça parte de sua estrutura (CÂMARA e QUEIROZ, 1998), o uso de BDGs elevou em muito as potencialidades por parte desses sistemas em realizar análises geoespaciais. Com o advento da Internet e a popularização do computador pessoal, contemporaneamente ampliaram-se os usos dos SIGs e dos BDGs.

Cabe ressaltar que um BDG difere-se de um banco de dados que não seja geográfico, não apenas por armazenar dados geográficos, mas também porque diversas funções estão à disposição para lidar com o dado espacial, estendendo as funcionalidades da linguagem SQL (acrônimo inglês para *structured query language*, a linguagem estruturada de consulta à base de dados), tais como: *buffer*, *overlay*, conversão entre sistemas de coordenadas (CAVALLINI, 2006).

Entretanto, para que essas funções estejam disponíveis, é necessário adicionar extensões a um SGBD convencional. Como exemplos mais conhecidos, tem-se a *OpenGIS*® e a *PostGis*. Ambas as extensões incluem os mesmos elementos geométricos fundamentais (ponto, linha e polígono) e comportam coleções de esquemas que utilizam estes mesmos elementos (Figura 2). A extensão *OpenGIS*®, lançada e mantida pela OGC®, acrônimo em inglês para *Open Spatial Consortium*®, é utilizada em SGBD não livres, tais como *Oracle*® ou *MsSQL*® (OGC, 2007). A *PostGis* é uma extensão livre mantida pelo OSGeo, acrônimo em inglês para *Open Source Geospatial* (uma organização *non-profit*) comumente utilizada com SGBD livres, especialmente o *PostgreSQL*, mas que também pode ser utilizada em SGBD proprietários via ODBC (acrônimo em inglês para *Open Database Connectivity*) (CAVALLINI, 2006).

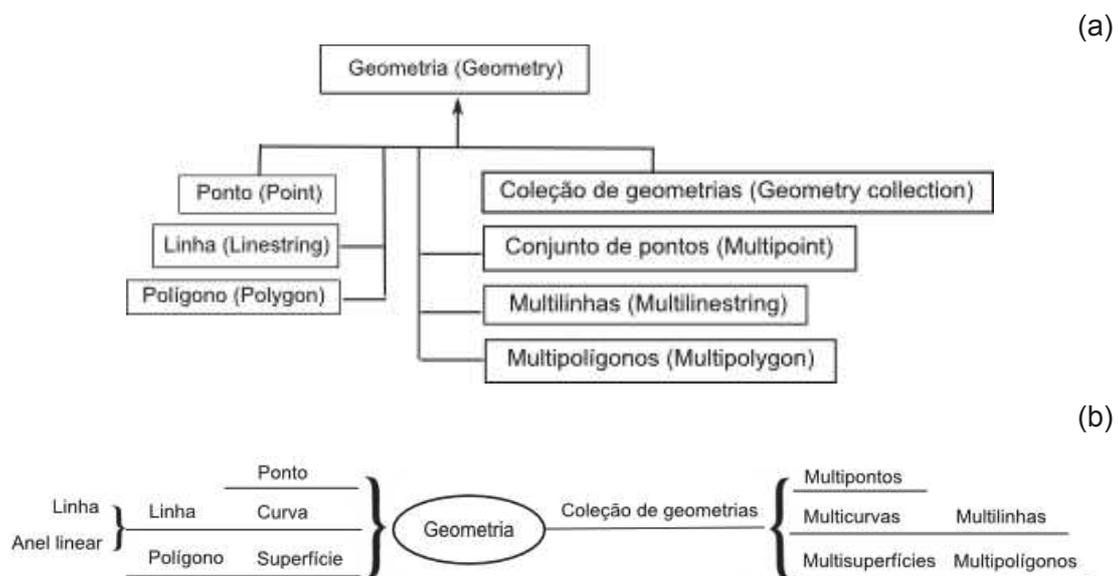


Figura 2. Modelo geométrico das extensões PostGIS (a) e OpenGis (b). Fonte: (a) adaptado de Queiroz e Ferreira (2005, tradução nossa) e (b) adaptado de Lastori (2013, tradução nossa).

A Figura 3 apresenta a arquitetura genérica com os componentes básicos do SGBD. A camada mais externa consiste nas funções que manipulam os dados e controlam usuários. A camada intermediária corresponde à estrutura interna do SGBD e funciona como uma interface entre a camada externa e a base de dados propriamente dita e o dicionário de dados.

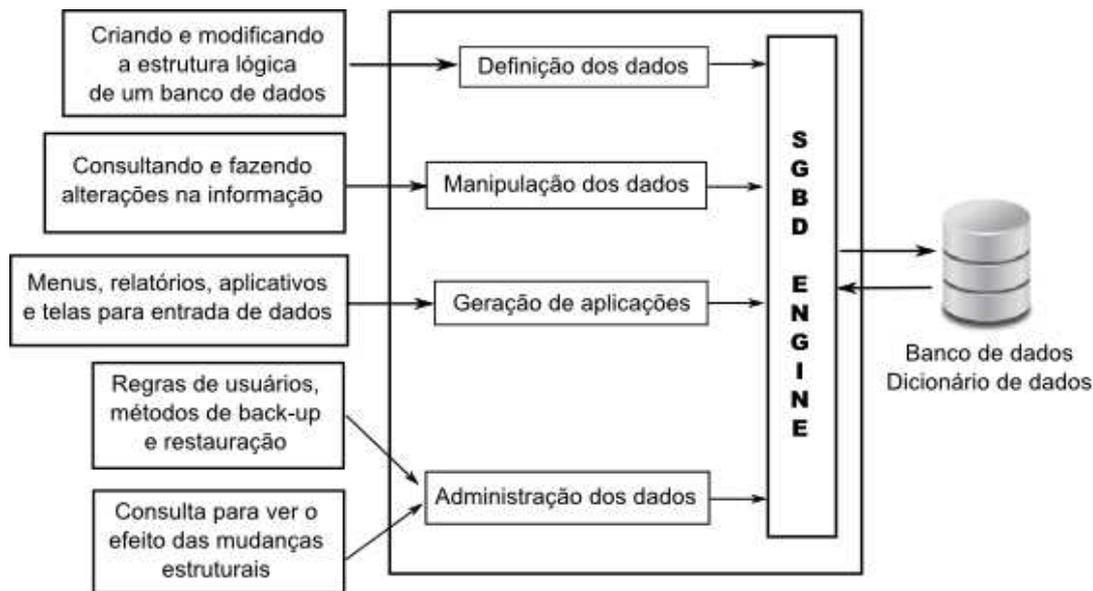


Figura 3. Arquitetura de um SGBD. Fonte: Adaptado de University of Madras Chepauk (2005, tradução nossa).

BDGs ESPAÇO-TEMPORAIS

Ferreira e outros (2005) argumentam que há duas maneiras para lidar com dados espaço-temporais, uma abordagem denominada *top-down* e outra, *bottom-up* e apresentam quatro diferentes níveis no *design* do banco de dados para comportar a manipulação desse tipo de dado, os três primeiros referem-se à abordagem *top-down*, enquanto que o último, à *bottom-up*.

1. Definem-se um conjunto de tipos e operadores para dados espaço-temporais e prepara-se o SGDB para lidar com os dados;
2. Desenvolve-se um modelo conceitual para os dados espaço-temporais, a partir de uma visão externa inicial do problema (equivale ao MER);
3. Desenvolve-se uma linguagem generalizada de consulta espaço-temporal, tendo o cuidado de especificar bem um conjunto de atributos para consultas espaciais, temporais e espaço-temporais; e
4. Desenvolve-se um processador de consultas como uma função parametrizável. O conjunto de parâmetros estabelecidos para esse processador funciona como um combinador de atributos espaço-temporais.

Na seção seguinte, é apresentado e proposto um modelo lógico para um BDG voltado à zona costeira, mas que pode ser adaptado para outras situações de pesquisa. De acordo com o delineamento de Ferreira e outros (2005), conforme acima, a estratégia seguida nesse trabalho refere-se ao caso 2. A unidade geográfica de análise adotada é o município e os municípios costeiros são agrupados em setores para fins de gestão pública.

ZC_RJ: O BDG DESENVOLVIDO PARA A ZONA COSTEIRA DO RIO DE JANEIRO

Como suporte à pesquisa de Tese intitulada “Assinaturas de sustentabilidade dos municípios costeiros do Rio de Janeiro”, um banco de dados espacial foi desenvolvido em PostgreSQL/OpenGis e nomeado ZC_RJ.

Um modelo conceitual, o modelo entidade-relacionamento (MER), foi concebido para o BDG denominado ZC_RJ (Figura 4). Nesse modelo, podem ser visualizados os tipos de relacionamentos entre as entidades estabelecidas.

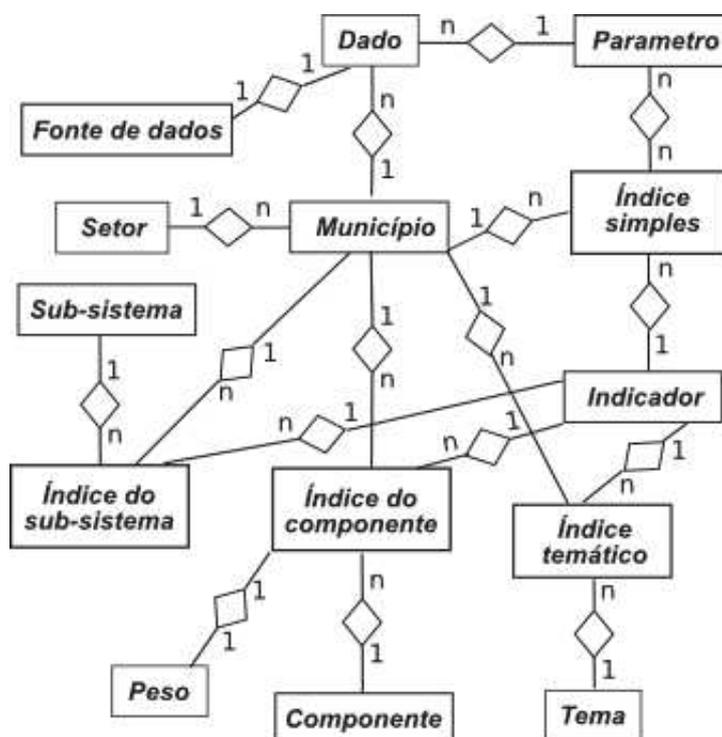


Figura 4. Modelo entidade-relacionamento para o BDG ZC_RJ. Fonte: elaboração própria.

A Figura 5 mostra o diagrama entidade-relacionamento referente ao MER. Os campos das tabelas são definidos nesse tipo de esquema, especificando-se os campos chave primária (campos que servem como identificadores para os dados) e os tipos de relacionamentos entre tabelas, com indicação dos campos correlacionados.

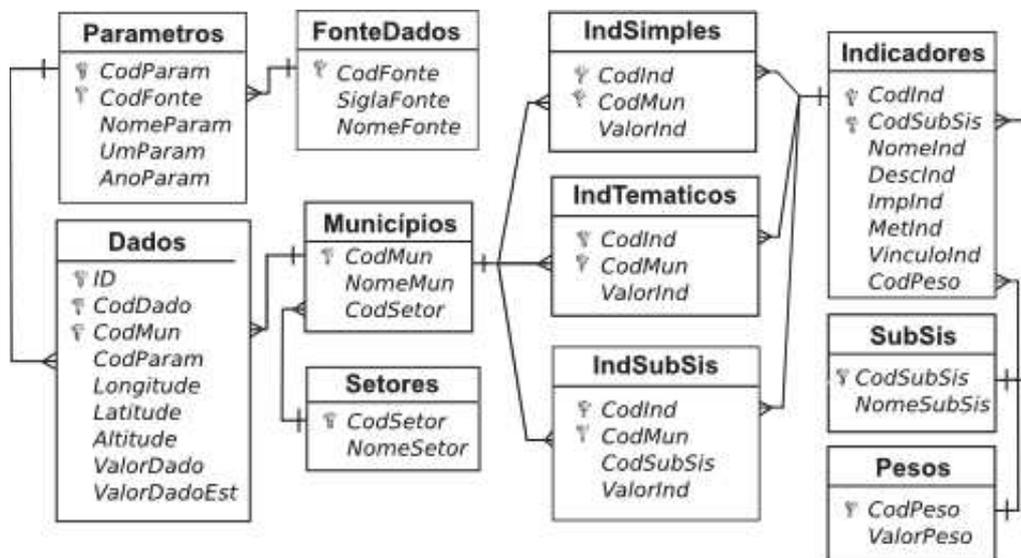


Figura 5. Diagrama entida-relacionamento para o BDG ZC_RJ. Fonte: elaboração própria.

O Quadro 1 apresenta a descrição das tabelas e campos do BDG ZC_RJ.

Quadro 1. Descrição das tabelas e campos do BDG ZC_RJ.

TABELA	CAMPO	DESCRIÇÃO DO CAMPO	TIPO DE DADOS	TIPO SQL
Dados (Armazena os dados levantados e calculados)	<i>ID</i> (pk)	Auto- numeração	Numérico	serial
	<i>CodDado</i> (pk)	Código do dado	Numérico	tinyint (3)
	<i>CodMun</i> (pk)	Código do município	Numérico (INT)	tinyint(2)
	<i>CodParam</i>	Código do parâmetro	Cadeia de caracteres	text
	<i>Longitude</i>	Longitude da localização do dado	Numérico (DEC)	numeric(6,4)
	<i>Latitude</i>	Latitude da localização do dado	Numérico (DEC)	numeric(6,4)
	<i>Altitude</i>	Altitude da localização do dado	Numérico (DEC)	numeric(6,4)
	<i>ValorDado</i>	Valor numérico do dado levantado	Numérico (DEC)	numeric
<i>ValorDadoEst</i>	Valor numérico do dado estimado	Numérico (DEC)	numeric	

(cont.)

TABELA	CAMPO	DESCRIÇÃO DO CAMPO	TIPO DE DADOS	TIPO SQL
Parametros (metadados dos parâmetros)	<i>CodParam</i> (pk)	Código do parâmetro	Cadeia de caracteres	text
	<i>CodFonte</i> (pk)	Código da fonte do dado	Numérico (INT)	tinyint(2)
	<i>NomeParam</i>	Nome do parâmetro	Cadeia de caracteres	text
	<i>UmParam</i>	Unidade de medida do parâmetro	Cadeia de caracteres	text
	<i>AnoParam</i>	Ano do parâmetro	Data	date
FonteDados (metadados das fontes de dados)	<i>CodFonte</i> (pk)	Código da fonte do dado	Numérico (INT)	tinyint(2)
	<i>SiglaFonte</i>	Sigla da fonte do dado	Cadeia de caracteres	text
	<i>NomeFonte</i>	Nome da fonte do dado	Cadeia de caracteres	text
Municipios (metadados dos municípios)	<i>CodMun</i> (pk)	Código do município	Numérico (INT)	tinyint(2)
	<i>NomeMun</i>	Nome do município	Cadeia de caracteres	text
	<i>CodSetor</i>	Código do setor costeiro	Numérico (INT)	tinyint(1)
Setores (metadados dos setores)	<i>CodSetor</i> (pk)	Código do setor costeiro	Numérico (INT)	tinyint(1)
	<i>NomeSetor</i>	Nome do setor costeiro	Cadeia de caracteres	text
IndSimples (indicadores simples)	<i>CodInd</i> (pk)	Código do índice simples	Numérico (INT)	tinyint(3)
	<i>CodMun</i> (pk)	Código do município	Numérico (INT)	tinyint(2)
	<i>ValorInd</i>	Valor numérico do índice simples	Numérico (DEC)	Numeric(5,4)
Pesos (pesos calculados)	<i>CodPeso</i> (pk)	Código do peso	Numérico (INT)	tinyint(2)
	<i>ValorPeso</i>	Valor numérico do peso	Numérico (DEC)	numeric
IndTematicos (indicadores temáticos)	<i>CodInd</i> (pk)	Código do índice temático	Numérico (INT)	tinyint(3)
	<i>CodMun</i> (pk)	Código do município	Numérico (INT)	tinyint(2)
	<i>ValorInd</i>	Valor numérico do índice temático	Numérico (DEC)	numeric(5,4)
IndSubSis (Indicadores dos subsistemas)	<i>CodInd</i> (pk)	Código do índice da dimensão	Numérico (INT)	tinyint(3)
	<i>CodMun</i> (pk)	Código do município	Numérico (INT)	tinyint(2)
	<i>CodSubSis</i>	Código do subsistema	Numérico (INT)	tinyint(1)
	<i>ValorInd</i>	Valor numérico do índice do subsistema	Numérico (DEC)	numeric(5,4)
SubSis (Subsistemas)	<i>CodSubSis</i> (pk)	Código do subsistema	Numérico (INT)	tinyint(1)
	<i>NomeSubSis</i>	Nome do subsistema	Cadeia de caracteres	text

(cont.)

TABELA	CAMPO	DESCRIÇÃO DO CAMPO	TIPO DE DADOS	TIPO SQL
Indicadores (metadados dos indicadores)	<i>CodInd</i> (pk)	Código do indicador	Numérico (INT)	tinyint(3)
	<i>CodSubSis</i> (pk)	Código do subsistema	Numérico (INT)	tinyint(1)
	<i>NomeInd</i>	Nome do indicador	Cadeia de caracteres	text
	<i>DescInd</i>	Descrição do indicador	Cadeia de caracteres	text
	<i>ImplInd</i>	Importância do indicador	Cadeia de caracteres	text
	<i>MetInd</i>	Metodologia de cálculo do indicador	Cadeia de caracteres	text
	<i>VinculoInd</i>	Vínculo do indicador a outros indicadores	Cadeia de caracteres	text
	<i>CodPeso</i>	Código de identificação do peso	Numérico (inteiro)	tinyint(2)

Fonte: Elaboração própria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As aplicações desenvolvidas em Geografia e em outras áreas que fazem uso das técnicas de geoprocessamento e de SIGs normalmente tem um banco de dados geográfico associado ao projeto. Nem sempre a presença desse banco de dados é óbvia ao usuário de diversos programas para criação e edição de mapas, mas constituem-se no cerne do processo de consulta, tratamento e atualização dos dados.

A escolha de uma solução proprietária ou livre depende de diversos fatores, tais como: inter-operabilidade com sistemas pré-existentes, objetivo da solução a ser desenvolvida, disponibilidade de recursos e avaliação da relação custo-benefício.

Independentemente da plataforma escolhida, há que ter-se o cuidado de planejar e implementar o BDG de forma a atender às exigências do caso sob análise. Um BDG empobrecido, resultará em análises espaciais não tão robustas. Por outro lado, um BDG consistente e bem projetado pode ampliar o leque de análises espaciais passíveis de serem aplicadas e pode tornar-se uma base de dados duradoura e confiável.

Destaques do texto

- A popularização do computador pessoal e a ampliação do acesso à Internet levaram a maior uso de bancos de dados geográficos (BDGs);
- Os BDGs são construídos por meio da adição de extensões espaciais aos sistemas gerenciadores de bancos de dados (SGBD) convencionais. As funções espaciais são

- específicas a cada pacote de extensão, seja ela *PostGis* ou *OpenGIS*®;
- O fato em comum é o de que ambas as extensões trabalham com os mesmos elementos geométricos fundamentais: o ponto, a linha e o polígono;
 - Um modelo lógico de BDG para a zona costeira do Rio de Janeiro é apresentado e ressalta-se que tal modelo pode ser utilizado com adaptações em casos semelhantes;
 - A fase de planejamento e implementação do BDG é crucial para o sucesso do projeto de espacialização e análise dos dados. BDG empobrecidos resultam em limitações na aplicação das análises espaciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. *Abordagens espaciais na Saúde Pública*. Simone M. Santos, Christovam Barcellos (Orgs.). Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2006. 136p. (Série B. Textos Básicos de Saúde) (Série capacitação e atualização em Geoprocessamento em Saúde; 1). ISBN 85-334-1181-2
- CÂMARA, G.; QUEIROZ, G.R. Arquitetura de sistemas de informação geográfica. In: Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A.M.V. (Orgs.). *Fundamentos de Geoprocessamento*. São José dos Campos, São Paulo: Divisão de Processamento de Imagens, Instituto Espacial de Pesquisas Espaciais, 1998. p. 3-1/3-12. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>. Acesso em set. 2015.
- CAVALLINI, P. POST GIS. Free, cheap and powerful: PostGis, the Open Source geodatabase. *Gis Development – Middle West*, Sep./oct. 2006, pp.34-39.
- FERREIRA, K.R.; VINHAS, L.; QUEIROZ, G.R.; SOUZA, R.C.M.; CÂMARA, G. The architecture of a flexible querier for spatio-temporal databases. *Simpósio Brasileiro de Geoinformática – GEOINFO 7, 2005*, Campos do Jordão, São Paulo. Frederico Fonseca e Marco Antônio Casanova (Orgs.). São José dos Campos: INPE, 2005. ISBN 85-17-00022-6. Disponível em http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/querier_geoinfo2005.pdf. Acesso em set. 2015.
- LASTORI, A. MySQL Spatial. 10 abr. 2013. (apresentação). Disponível em <http://www.slideshare.net/MySQLBR/mysql-spatial>. Acesso em set. 2015.
- OGC – OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM. *OpenGIS Implementation Standard for Geographic Information – Simple feature access – Part 2: SQL Option*. John R. Herring (Ed.). Open Geospatial Consortium Inc., 2007. 111p.
- QUEIROZ, G.R.; FERREIRA, K.R. SGBD com extensões espaciais . In: Marco Casanova; Gilberto Câmara; Clodoveu Dias; Lúbia Vinhas; Gilberto R. de Queiroz (Eds.). *Bancos de dados geográficos*. São José dos Campos, São Paulo: Divisão de Processamento de Imagens, Instituto Espacial de Pesquisas Espaciais, 2005. p.267-303. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/bdados/capitulos.html>. Acesso em set. 2015.
- UNIVERSITY OF MADRAS CHEPAUK. *Database Management System*. B.Sc. Computer Science. SAE5B-November-2005. Disponível em <http://studentshelper.weebly.com/dbms2.html>. Acesso em set. 2015.