

1. Introdução; 2. Dados Geográficos; 2.1. A Produção de Dados no Bioma Amazônico; 2.2. Organizando os Dados, Logo, o Conhecimento; 3. Banco de Dados – o que são e por que utilizá-los?; 3.1. Banco de Dados Geográficos; 3.2. Construção e Modelagem de Banco de Dados Geográficos; 3.3. Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados Geográficos em Plataformas Tecnológicas; 4. Dados Geográficos Relevantes à Gestão Ambiental dos Municípios Amazônicos; 5. Gerência do Banco de Dados; 5.1. Fonte de Dados Externos; 5.2. Criação de Dados Geográficos; 5.3. Controle de Qualidade de Dados Geográficos; 5.4. Distribuição de Dados Geográficos; 6. Considerações Finais; 7. Referências Bibliográficas. 8. Referências de Sites na Internet.

1. Introdução

Certas técnicas e tecnologias criadas pelo homem deram significativos saltos na produção e circulação de informação nas sociedades. Para citar apenas algumas, a escrita, a prensa de Gutenberg, o rádio, a TV, o computador e a internet.

Sempre que essa produção de informação aumentou rapidamente, se fez ainda mais presente o desafio de organizar e fazer a informação produzida circular dentro das sociedades. Afinal, a informação deve ser útil a uma quantidade maior de pessoas para que ela agregue mais valor àquela sociedade.

Para ilustrar a ideia, podemos considerar que a organização do conhecimento humano em bibliotecas já acontecia antes da invenção da prensa de Gutenberg, porém depois do advento

das primeiras prensas, as bibliotecas tiveram novos desafios para fazer a curadoria de um maior volume de obras impressas que começaram a ser reproduzidas em escala inédita à época.

Podemos entender que o banco de dados é uma iniciativa que vai ao encontro ao desafio da nova escala de produção de informação permitida pelos computadores. Em outras palavras, o desenvolvimento dos bancos de dados começa praticamente junto com o advento dos computadores eletrônicos. Ele permite estratégias para organizar e facilitar o compartilhamento de um inédito volume de dados digitais dentro de um cenário onde a forma que comunicamos e consumimos informações ganhou nova dinâmica, principalmente, com a internet.

O conceito da informação e de sua ciência desempenha um papel central na sociedade contemporânea, inclusive para uma gestão municipal mais articulada. Embora a geração e comunicação de conhecimento sejam fenômenos básicos de todas as sociedades humanas, a ascensão das tecnologias da informação e seus impactos globais é que nos fazem uma sociedade da informação¹.

Hoje se entende que o dado e a informação assumem papel fundamental para geração de capital, conhecimento e governança. A natureza digital da informação é o que a torna

¹KITCHIN, 2014.

especialmente importante no mundo contemporâneo²; um recurso imprescindível para lidarmos com os novos desafios de nossa sociedade, inclusive os desafios do meio ambiente.

Todavia, para que a informação cumpra o seu potencial, ela precisa ser organizada e distribuída de forma eficiente, sendo o banco de dados uma das principais estratégias que pode ser adotada. Em outras palavras, dependendo da complexidade, volume e dinâmica da base de dados, armazená-la em arquivos e pastas em disco de um computador não é suficiente; é necessário lançar mão de ferramentas e técnicas mais apropriadas a fim que a informação seja mais bem utilizada; agregue mais valor.

Ainda há outro aspecto importante. Se a gestão municipal despense recursos do seu erário para produzir uma base de dados, há de se considerar o compromisso ou mesmo obrigação para que esses dados sejam mais bem aproveitados pelos diferentes setores da estrutura municipal ou mesmo disponibilização aberta dessa base de dados para toda a sociedade.

Esta nota técnica introduz o tema do uso do banco de dados geográficos para o contexto da gestão ambiental municipal, apontando questões técnicas, tecnológicas, benefícios e desafios de se implantar um banco de dados e uma gerência de dados geográficos.

2. Dados Geográficos

Assim como a linguagem escrita e a oral, a linguagem gráfica vem sendo explorada e desenvolvida ao longo da história do homem. A relação do indivíduo com o espaço à sua volta é tão natural que desenvolvemos evolutivamente capacidades para compreender e representar esse espaço³, por meio do que chamamos hoje de dados geográficos.

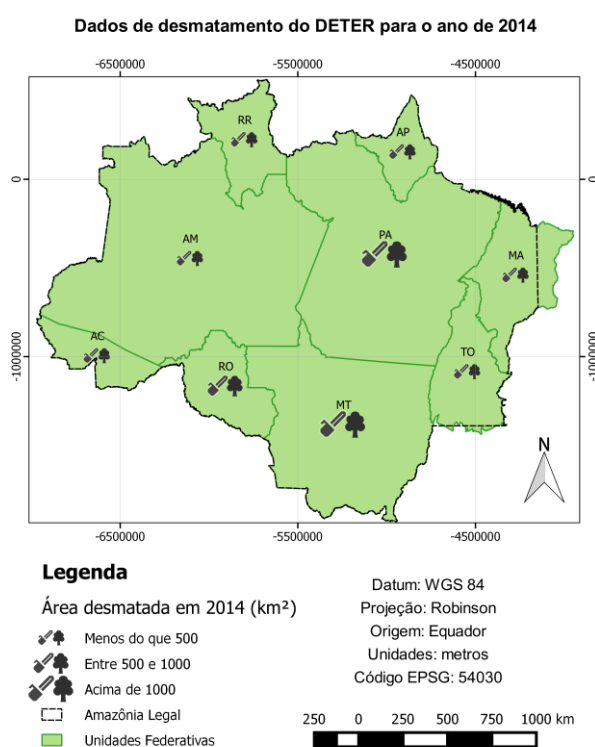


Figura 1 – Exemplo de mapa que apresenta dados geográficos públicos. Qual o texto que poderia estabelecer todas as relações presentes nesse mapa, que é uma forma de linguagem gráfica?

As pinturas rupestres em cavernas podem ser consideradas as primeiras representações gráficas

²CAPURRO e HJØRLAND, 2015.

³BLAUT et al., 2003.

que se tem registro do homem primitivo. Conforme as sociedades antigas foram se estruturando, aumentava a necessidade do registro do conhecimento geográfico, gerando e compartilhando informações sobre a natureza que as rodeava. Nessas sociedades antigas os mapas aumentaram qualitativamente o domínio do espaço⁴. Em suma, o mapa é uma forma importante de representação e comunicação do conhecimento sobre o espaço terrestre⁵. Para além do mapa, o mesmo vale para outras formas de formatação do dado geográfico como globos virtuais e simulações de espaço 3D.

Sendo assim, a linguagem cartográfica pode ser mais eficiente do que a linguagem escrita, por exemplo, para certos registros ou comunicação de conhecimento. Tomemos como exemplo o mapa da Figura 1. Qual texto descreveria todas as relações apresentadas nessa forma de linguagem gráfica? Ressalta-se que os dados utilizados nesse mapa são oriundos do Ministério do Meio Ambiente⁶ e do Programa de Desmatamento em Tempo Real (DETER)⁷ do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A evolução da ciência também produziu avanços de técnicas e tecnologias para trabalharmos melhor com dados geográficos. A Topografia, a Geodésia, a Cartografia, a Computação Gráfica, entre outros,

permitiram expandir as mídias para além do mapa impresso e globos físicos, introduzindo o dado geográfico digital. Hoje temos acesso a uma miríade de possibilidades digitais como visualizações interativas utilizando globos virtuais, visualizações dinâmicas ou mesmo compondo o dado geográfico, outras mídias como vídeos, gráficos, imagens, hiperlinks. No site da Universidade de Harvard⁸ há um bom exemplo que une dados econômicos mundiais em diferentes visualizações geográficas e não geográficas de forma interativa.

Essa mesma tecnologia também permitiu uma recente descentralização da produção e uso desses dados geográficos. Se há alguns séculos a produção de mapas era restrita a alguns especialistas e o uso desses mapas limitado a poucas pessoas ligadas ao poder, hoje qualquer indivíduo com acesso mediano à tecnologia pode produzir dados geográficos e também consumi-los usando dispositivos como computadores e celulares. Ao fazer isso, esse indivíduo tem acesso a informações de um espaço geográfico fisicamente distante, ausente ou não vivido. Por exemplo, as pessoas hoje podem utilizar mapas digitais e globos virtuais presentes na internet para planejar rotas ou obter informações sobre lugares em que elas nunca estiveram anteriormente como, por exemplo,

⁴ ALMEIDA, 2011.

⁵ HARLEY, 1987.

⁶ <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso em 20 de abril de 2016.

⁷ <http://www.obt.inpe.br/deter/>. Acesso em 20 de abril de 2016.

⁸ <http://globe.cid.harvard.edu/>. Acesso em 22 de abril de 2016.

planejando uma simples viagem de férias ou mesmo gerenciar e monitorar territórios.

É evidente que as dimensões territoriais como a da Floresta Amazônica e do Brasil tornam a gestão territorial, incluindo a ambiental, um desafio ainda maior. Para que possamos gerir nossos recursos é preciso conhecê-los e – como já dito anteriormente – uma forma de registrar esse conhecimento é por meio de dados geográficos. Esses dados são recursos importantes no monitoramento e no apoio a implantação de políticas mais efetivas.

Entretanto esses dados precisam estar disponíveis, ou seja, serem localizados facilmente e estarem em um formato prático para seu fácil consumo.

2.1 A Produção de Dados no Bioma Amazônico

A importância de uma cartografia nacional é reconhecida na legislação brasileira já em seu instrumento maior. O art. 21, inciso XV, da Constituição do Brasil⁹ determina que competem à União os serviços oficiais de estatística, geografia, geologia e cartografia de âmbito nacional. Assim, a União deve despender esforços no registro das características do seu território para garantir outras competências como soberania nacional, gestão dos recursos e o desenvolvimento nacional.

Entretanto, a despeito da Constituição e de outras tantas legislações, como a Lei de Acesso a Informação (nº 12.527/2012), nossa cartografia nacional ainda é deficitária em diversos aspectos, principalmente na região Norte do Brasil. Apenas para ficar em dois exemplos, a grande mídia publicou essas notícias no início de 2016: “Após descoberta de ‘vazio geográfico’, Rondônia ganha área de 500km²”¹⁰(Portal G1 – 07/03/2016) e “Ministério da Defesa mapeia mais de 70% do vazio cartográfico da Amazônia”¹¹(Portal do Min. da Defesa – 10/03/2016). O fato é que os esforços despendidos pelo Poder Público até o momento não parecem suficientes para demandas cartográficas mais básicas como um mapeamento altimétrico ou hidrográfico com médio nível de detalhe na Região Amazônica.

Em complemento a esse cenário de disponibilidade de dados geográficos, também se deve observar as instituições estrangeiras, internacionais e mesmo algumas ONGs brasileira – essas instituições produzem e disponibilizam base de dados geográficos. Por exemplo, hoje há imagens de satélite e dados altimétricos gratuitos com cobertura mundial que são disponibilizados pelo Serviço Geológico Americano (USGS, sigla em inglês) no site Earth Explorer¹².

⁹ BRASIL, 1988.

¹⁰<http://g1.globo.com/ro/vilhena-e-cone-sul/noticia/2016/03/apos-descoberta-de-vazio-geografico-rondonia-ganha-area-de-500-km.html>. Acesso em 22 de abril de 2016.

¹¹<http://www.defesa.gov.br/noticias/18820-projeto-do-ministerio-da-defesa-mapeia-mais-de-70-do-vazio-cartografico-da-amazonia>. Acesso em 22 de abril de 2016.

¹²<http://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em 22 de abril de 2016.

Em um cenário ideal de compartilhamento, os dados geográficos produzidos por qualquer fonte pública e/ou gratuita estariam disponíveis, por exemplo, em um portal da internet a fim de facilitar o encontro de dados úteis. O usuário então entraria com palavras-chaves relativas à sua busca e o portal retornaria o que há disponível com boa riqueza de detalhes como quem produziu, o ano que foi feito, parâmetros cartográficos, entre outros metadados¹³.

Esse portal ideal potencializaria a reutilização desses dados, diminuiria o retrabalho de produção dessas bases de dados por diferentes instituições e fomentaria a criação de novos dados geográficos. Apesar de iniciativas que fitam esse ideal como o Portal SIG Brasil¹⁴ da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), o cenário real é distante desse cenário ideal. Apenas uma parte das bases de dados produzidas é disponibilizada, mesmo se contabilizarmos somente os dados públicos.

Em adição, essa fração dos dados produzidos que é disponibilizada está, em geral, dispersa em vários sites, DVDs e outras mídias. Dependendo da necessidade de uso desses dados, se faz necessário seu tratamento, ou seja, os dados nem sempre estão prontos para gerar informação para determinados usos e demandam manipulação por profissionais com ferramentas apropriadas.

Destacam-se também algumas iniciativas para criar listagens dessas fontes dispersas de dados geográficos gratuitos como, por exemplo, faz o Núcleo de Geotecnologias da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Sistema Labgis)¹⁵ – em 16 de março de 2016 essa lista tinha mais de 580 fontes de dados geográficos gratuitos.

Quando se trata de gestão municipal, é necessário considerar que o Município pode – ou mesmo deve por questões legais ou cívicas – ser produtor e distribuidor de dados geográficos para seus setores públicos e para a sociedade como um todo a fim de fomentar políticas, atividades econômicas ou mesmo difundir o conhecimento do território aos seus munícipes.

Por fim, iniciativas como o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e a Certificação de Imóveis Rurais capitaneadas respectivamente pelo MMA e pelo INCRA estão gerando uma rica base de dados de suma importância para a Gestão Ambiental do território brasileiro e, por conseguinte, amazônico.

2.2 Organizando os Dados, Logo, o Conhecimento

O valor do dado como representação do conhecimento não mudou ao longo da evolução tecnológica da humanidade. O que a tecnologia afeta é a forma que produzimos, gerenciamos, analisamos, armazenamos e utilizamos esses

¹³ Metadados são dados descritivos sobre uma base de dados como, por exemplo, direitos de uso, detalhes sobre a produção, para o que ele se destina etc.

¹⁴ <http://www.inde.gov.br/>. Acesso em 22 de abril de 2016.

¹⁵ http://www.labgis.uerj.br/fontes_dados.php. Acesso em 22 de abril de 2016.

dados¹⁶. A prensa de Gutenberg, a mídia em massa como rádio ou TV e, principalmente, a internet deixaram evidente que quanto mais reutilizado um dado for, mais valor agregado ele gera. Podemos também pensar no viés oposto: qual o valor de registrar um texto, filme ou mapa que ninguém nunca lerá?

A iniciativa das bibliotecas e pinacotecas vai ao encontro dessa questão, pois organizam parte do registro da produção humana. Os mecanismos de busca da internet, como o Google, são outro exemplo, uma vez que oferecem opções de acesso a conteúdos a partir de palavras-chaves fornecidas pelo usuário. Para um mecanismo de busca ser útil, é evidente que ele precisa indexar boa parte do conteúdo produzido na internet e conseguir oferecer com poucos cliques os dados que gerem as informações desejadas para o usuário.

Nesse cenário, cresceu a possibilidade de produzir e armazenar dados, porém também cresceu o desafio de criar mecanismos para que esses dados sejam consumidos e reutilizados de forma fácil e ágil. É nesse contexto que surgem soluções para organizar e disponibilizar mais facilmente esses dados como os *bancos de dados*.

3. Banco de Dados – o que são e por que utilizá-los?

Bancos de dados são projetados e construídos para armazenar dados preestabelecidos e permitir análises predeterminadas, sendo que a estrutura física do banco resulta em profundas consequências nas consultas e análises que podem ser executadas¹⁷. Por exemplo, o banco de dados irá refletir práticas e restrições técnicas, modos de governança ou critérios políticos para estabelecer quais e como os dados serão estruturados dentro do banco.

Em outras palavras, a estrutura de um banco de dados precisa ser personalizada para cada demanda de dados e análises a fim de que consigamos obter as vantagens dessa tecnologia: execução de análises complexas de forma mais eficiente do que a mesma análise sobre dados mal-estruturados. Ao mesmo tempo, essa estruturação facilita a gestão, a centralização, a documentação e a distribuição desses dados.

O livro *The Data Revolution (A revolução dos dados)*¹⁸ elenca os seguintes benefícios diretos de se organizar e disponibilizar os dados utilizando meios como banco de dados:

- 1) Fomenta novas oportunidades de análise.
- 2) Dá acesso mais rápido aos dados.
- 3) Permite a reformulação de proposta e usos sobre esses dados.

¹⁶ CHRISTENSEN, 1997.

¹⁷ RUPPERT, 2012.

¹⁸ KITCHIN, 2014.

- 4) Proporciona aumento da produtividade.
- 5) Estimula novas colaborações entre instituições.
- 6) Potencializa a transferência de conhecimento.
- 7) Incentiva o desenvolvimento de novas habilidades entre os usuários daqueles dados.
- 8) Permite propor e melhorar metodologias.

9) Adiciona novos usos para novos públicos-alvo.

O mesmo livro ainda elenca os benefícios econômicos:

- 1) Evita-se custos de recriação ou duplicação de dados.
- 2) Diminui-se a perda das oportunidades futuras como uso desses dados.
- 3) Aumenta-se ou protege-se o retorno do investimento passado à produção dos dados.
- 4) Reduz-se os custos para novas análises dos dados.
- 5) Aumenta-se a reutilização dos dados que tiveram custo de aquisição ou produção.

Uma vez que o projeto do banco de dados é criado de forma personalizada para uma determinada demanda, ressalta-se que ao longo do tempo contextos técnicos, legais ou políticos podem se alterar, demandando modificações em um projeto de banco de dados. Essa gestão de alterações na estrutura é necessária, ou seja, podemos dizer que um projeto de banco de dados tem sempre um alvo móvel que precisa ser monitorado.

Por outro lado, um dos desafios de se implantar um banco de dados em uma instituição é chegar a um levantamento e consenso sobre quais os dados são necessários, como eles serão estruturados, quais os tipos de análises são demandadas e quais fontes de dados serão utilizadas – ou seja, a criação do

banco de dados precisa de certo nível de entendimento e definição de políticas sobre esses dados. Considere o exemplo de uma Prefeitura com a sua demanda por dados ambientais, onde diversos setores como meio ambiente, obras, planejamento e saúde possuem diferentes exigências com análises diversas. É necessário identificar todas elas e projetar uma estrutura de banco de dados adequada para atendê-las.

Há que se ressaltar também que eventualmente essa conciliação de demandas não é viável. Por exemplo, quando a diversidade de dados é muito extensa; os tipos de demandas são muito plurais, pois o público consumidor dos dados é amplo e diversificado; ou as demandas são dinâmicas ou estanques. Nesses casos, o esforço para se chegar a uma boa estrutura do banco não se justifica ou fica impossibilitado pelo esforço técnico e/ou de tempo, gerando a necessidade de outras abordagens tecnológicas sobre dados não bem-estruturados.

Como já discutido nas seções anteriores deste documento, a demanda pelo banco de dados como conhecemos hoje se iniciou junto com a computação eletrônica. Uma vez que os computadores podem gerar dados em uma escala inédita, rapidamente os especialistas perceberam que armazenar e recuperar esse volume de dados é um desafio à parte. Em outras palavras, se não fossem tomados os esforços, poderíamos chegar ao impasse onde um dado computado ficaria quase que imediatamente irrecuperável para um futuro

uso, tornando-o assim obviamente inútil.

Em face disso, os cientistas da computação desenvolveram estratégias para armazenar, recuperar e processar os dados de forma eficiente, dando origem então aos primeiros aplicativos que chamamos hoje de Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD).

Ressalta-se que apesar de as pessoas se referirem genericamente ao termo *banco de dados*, tecnicamente o banco é apenas a estrutura onde os dados estão armazenados no computador. Quem cria e gere essa estrutura é o SGBD, ou seja, é ele quem implementa os recursos desejados do banco de dados e, logo, é o cerne da solução tecnológica. São exemplos conhecidos de SGBD: Oracle, PostgreSQL, MySQL, SQL Server, entre outros.

Esses sistemas são especializados nos desafios de armazenar, disponibilizar e manter os dados íntegros, que não se alcança, por exemplo, com arquivos salvos em disco de um computador. As principais funcionalidades de um SGBD são:

– **Manutenção da integridade dos dados:** o SGBD deve ser capaz de honrar regras de integridade dos dados a fim de que a base de dados não obtenha inconsistências. Essas regras são personalizadas à natureza dos dados estruturados no banco e são criadas pelo profissional que é gerente do banco de dados. Podemos citar como exemplo de regras de integridade em um contexto sobre o CAR – Cadastro Ambiental Rural: (a) a reserva legal de um

imóvel rural deve estar geograficamente contida naquele imóvel rural; ou (b) imóveis rurais não podem geograficamente se sobrepor.

– **Concorrência de acesso:** não é raro que uma base de dados seja acessada simultaneamente por vários usuários em um servidor, principalmente, considerando um cenário como na internet. Nesses casos, o SGBD precisa gerenciar esses acessos simultâneos para que solicitações de leitura e alteração da base não conflitem. Em outras palavras, é preciso gerenciar efetivamente os acessos que podem ser concorrentes a fim de organizar e atender as solicitações.

– **Otimização e escalabilidade:** o SGBD precisa ser capaz de aplicar estratégias apropriadas desenvolvidas na Ciência da Computação para armazenar e processar os dados eficientemente. Um SGBD deve trazer os melhores algoritmos a fim de realizar suas operações sobre a base de dados de forma a mais otimizada possível. Também é desejado que o crescimento do volume de dados não onere as operações do SGBD, provendo escalabilidade do banco.

– **Controle de acesso:** geralmente por meio de credenciais como login e senha, o SGBD estabelece um bloqueio ou liberação de acesso aos usuários que se conectam ao banco. Por exemplo, um gerente está autorizado a ler e alterar a todos os dados, todavia um técnico pode ler somente uma parcela do banco e alterar somente outra parcela ainda menor.

– **Processamento de dados:** o formato necessário para a estrutura do banco nem sempre é um formato pertinente para a apresentação dos dados para um determinado perfil de usuário, para comunicação com outra aplicação computacional ou para geração de novos dados derivados. É desejado então diferenciar a forma que os dados são armazenados da forma que os comunicamos a outras aplicações ou pessoas sem necessidade de replicá-los – afinal a replicação de dados dificulta a gerência dos mesmos.

– **Utilitários:** usualmente o SGBD fornece um conjunto de ferramentas para auxiliar processos, principalmente, de importação/exportação.

Não devemos associar os princípios de armazenamentos de arquivos em estruturas de pastas com o armazenamento em banco de dados. Apesar de arquivos comuns e o banco ficarem armazenadas no mesmo tipo de mídia (HD, DVD, Pendrive etc.), a estrutura interna do banco de dados é distinta da estrutura de arquivos em pastas. Em outras palavras, apenas importar dados que estão em planilhas ou outros tipos de arquivos para um banco de dados mantendo a estrutura original pode não ser suficiente; o desempenho do banco de dados pode ficar seriamente comprometido.

Gerenciar um SGBD requer conhecimentos técnicos específicos. Assim como em outros tipos de ferramentas computacionais com o próprio Sistema de Informações Geográficas (SIG) existem

opções de SGBD que possuem interface mais acessível a um usuário mais leigo, porém com recursos técnicos mais limitados (p.ex., MS Access), e existem também opções de SGBD com recursos mais densos e que demandam profissionais com conhecimentos específicos (p.ex., Oracle). Geralmente os bancos de dados de médio e grande porte não são realizáveis em soluções de SGBD mais simples.

3.1 Banco de Dados Geográficos

No caso de dados geográficos, há a necessidade que o sistema gerenciador seja programado com recursos adicionais para realizar operações como, por exemplo, transformações cartográficas, recuperação eficiente dos dados geográficos, regras para integridade espacial ou relações espaciais como interceptar, conter, cruzar, estar a uma distância, entre outros (Figura 2). Desta forma, existem sistemas gerenciadores que são especialmente capazes de tratar banco com dados geográficos, chamados Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados Geográficos (SGBD-G).

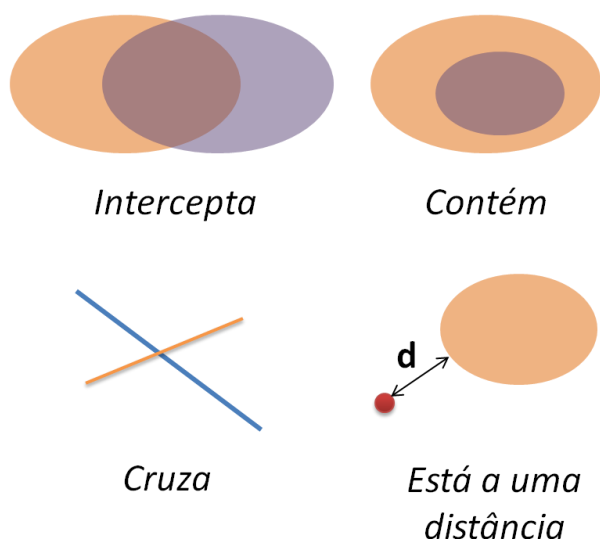


Figura 2 – Exemplos de relações espaciais.

Além disso, muitas estratégias computacionais para implementar os recursos de um banco de dados não geográficos não funcionam em um banco de dados geográficos¹⁹, ou seja, ignorar a natureza específica do dado geográfico resultaria em bancos computacionalmente ineficientes.

Hoje temos uma considerável gama de opções de SGBD-G. A arquitetura mais utilizada por essas soluções é composta geralmente por um SGBD e uma extensão que fornece os recursos necessários para que tenhamos um SGBD-G. Por exemplo, o SGDB chamado *PostgreSQL*, que é um software livre, deve ser instalado em um computador com a sua extensão *PostGIS*, assim vamos ter junto ao *PostgreSQL* os recursos de um SGBD-G.

3.2 Construção e Modelagem de Banco de Dados Geográficos

Assim como qualquer estocagem de objetos em um galpão, o armazenamento de dados em bancos precisa ser organizado, bem-definido e monitorado a fim de obter o desempenho do SGBD, seja geográfico ou não. Não é raro que um SGDB apresente deterioração de desempenho quando ele é mal-mantido ou mal-organizado. O procedimento técnico que projeta a estrutura adequada para o banco de dados é chamado de modelagem de dados ou modelagem de banco de dados

Um modelo de dados é um conjunto de conceitos que podem ser usados para descrever a estrutura e as operações em um banco de dados²⁰. O modelo busca sistematizar o que é desenvolvido a respeito de elementos e fenômenos que são representados no banco em questão¹⁶.

Há algumas técnicas de modelagem de dados presentes na literatura, porém a escolha da técnica é influenciada pelo *paradigma* do banco de dados em questão. Podemos entender esse paradigma como um arcabouço conceitual que define regras, estruturas e padrões para a fundamentação teórica de como o banco é estruturado. Por exemplo, um dos paradigmas mais utilizados hoje é o paradigma relacional, que é baseado na fundamentação matemática da álgebra relacional; há também o paradigma orientado a objetos (OO), que é

¹⁹ CASANOVA et al., 2005.

²⁰ ELMASRI e NAVATHE, 2004.

baseado na técnica computacional de mesmo nome. Quando pensamos em banco de dados relacionais, pensamos em uma modelagem de tabelas, atributos e relações com atributos, porém quando pensamos em paradigma OO nós temos classes, objetos e operações, por exemplo.

Há técnicas de modelagem específicas para modelagem de dados geográficos, uma vez que esses tipos de dados possuem especificidades como dimensões (ponto, linha, polígono, p.ex.), natureza de representação (vetorial x matricial, p.ex.) ou relacionamentos do tipo: uma ocorrência de A precisa estar geograficamente contida em uma ocorrência de B, porém não pode interceptar uma ocorrência de C.

A técnica denominada OMT-G (*Object Modeling Technique for Geographic Applications*), que foi proposta inicialmente em um trabalho de Borges et al.²¹, é orientada a objetos e certamente uma das principais técnicas aplicadas, inclusive, pelo IBGE, Embrapa e INPE. Há um importante conjunto de trabalhos acadêmicos e técnicos aplicando, apresentando e discutindo essa técnica como, por exemplo, o documento Especificações Técnicas para Estruturação de Dados Geoespaciais Digitais Vetoriais da Comissão Nacional de Cartografia (EDGV/CONCAR)²², que define modelos de dados de diversos temas como hidrografia, estrutura viária, localidades, entre outros. A Universidade

Federal de Viçosa²³ desenvolve aplicativos que criam modelos utilizando a técnica OMT-G.

Em suma, consta em qualquer cartilha básica sobre gerência de projetos a ideia que conforme a complexidade do projeto aumenta, o sucesso do projeto depende mais de um bom planejamento. O mesmo acontece com projeto de banco de dados, dessa forma se desenvolvem técnicas de modelagem de dados para se projetar e planejar uma estrutura do banco que atenda às necessidades de armazenamento de dados e execução de análises.

Cabe ressaltar que não modelamos o mundo como ele é, mas nossa visão e conhecimento sobre o mundo.

3.3 Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados Geográficos em Plataformas Tecnológicas

Entre as soluções de SGBD-G disponíveis no mercado, podemos listar algumas das principais:

1) **PostgreSQL + PostGIS:** provavelmente a solução SGBD-G do tipo software livre mais utilizada hoje. Com amplos recursos e uma comunidade de usuários bastante ativa, é uma solução que desponta em várias instituições.

2) **Oracle + Oracle Spatial:** Oracle é uma solução de SGBD utilizada em grandes corporações, uma vez

²¹ BORGES et al., 2001.

²² <http://www.concar.gov.br/documentos.aspx?tipo=2>. Acesso em 22 de abril de 2016.

²³

<http://homepages.dcc.ufmg.br/~clodoveu/DocuWiki/doku.php?id=omtg#tools>

que oferece recursos importantes para soluções complexas. Suas licenças são pagas e possuem valores expressivos.

3) **ArcSDE + SGBD**: o ArcSDE é uma solução da empresa ESRI, que é uma das líderes mundiais em soluções de Sistemas de Informações Geográficas. Faz parte da solução ArcGIS for Server, sendo essa licença paga. O ArcSDE pode ser combinado para estender alguns dos principais Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados do mercado.

Hoje diversas plataformas de tecnologia da informação geográfica utilizam banco de dados geográficos, incluindo as soluções Web, que estão cada vez mais disponíveis. Geralmente essas plataformas podem ser divididas em duas ou três camadas (Figura 3). Na divisão em duas camadas, temos a camada do banco de dados e a camada de aplicação como, por exemplo, em uma empresa onde há um banco para dados de contabilidade e há uma aplicação desktop²⁴ para inserir, consultar e gerar relatórios sobre esses dados.

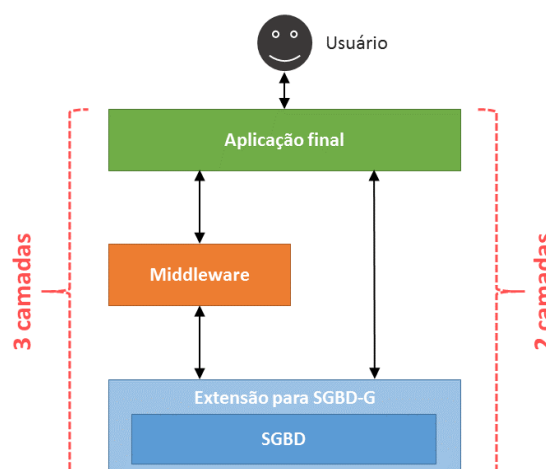


Figura 3 – Exemplo de arquitetura em duas ou três camadas com suas principais comunicações.

Todavia, a crescente complexidade das soluções de tecnologia da informação demandou a criação de uma camada intermediária entre o banco de dados e a aplicação fim, chamada de *middleware* ou mediador. Essa camada intermediária tem a função de promover interoperabilidade entre aplicações finais e banco de dados, possibilitando inclusive o conceito que hoje chamamos de computação em nuvem. Por exemplo, considere uma aplicação *middleware* que consegue se comunicar com vários sistemas gerenciadores de banco de dados, independente, inclusive, se o sistema gerenciador foi desenvolvido por uma ou outra empresa. Podemos então criar aplicações para o usuário final nos preocupando somente com a comunicação com esse *middleware* para que a aplicação se comunique com qualquer tipo de banco de dados

²⁴ Aplicação instalada em um computador não *mobile* como um computador de mesa ou um laptop.

suportado por meio dessa camada intermediária.

A propriedade da interoperabilidade²⁵ é possibilitada pelo *middleware* e também desejada em muitas soluções atuais, uma vez que possibilita que os dados sejam consumidos por um conjunto maior de aplicações finais. A comunicação pode então se estabelecer livre entre os módulos dessas camadas, criando em alguns casos redes complexas de intercâmbio de dados.

Ao se decidir qual tecnologia utilizar, o corpo técnico da instituição deve se ater aos prós e contras de cada solução, a citar: mão de obra disponível, demanda de capacitação, custo de licença, dimensionamento de equipamento necessário, entre outros.

4. Dados Geográficos Relevantes à Gestão Ambiental dos Municípios Amazônicos

Como a Gestão Ambiental faz parte da Gestão Territorial, há uma miríade de dados que pode ser necessária para este fim. Por exemplo, um correto processo de licenciamento ambiental precisa considerar as especificidades ao entorno do empreendimento. Desta forma, se houver cavernas, mangues ou outros ambientes tipicamente sensíveis na área de impacto de um

empreendimento, é necessário levantar dados sobre os mesmos. Por outro lado, se o empreendimento é poluidor e há aglomerações populacionais próximas, será necessário estudá-las, principalmente nas suas dimensões sociais.

Sendo assim, não há uma lista fechada de dados geográficos que podem ser necessários para qualquer demanda ambiental. Entretanto, há alguns dados geográficos que são usualmente demandados, principalmente se considerarmos especificamente os Municípios amazônicos.

Ao final deste documento, item Referências de Sites na Internet, é apresentada uma seleção de fontes de dados geográficos listados do Sistema Labgis/UERJ²⁶ que podem ser úteis à gestão ambiental e municipal amazônica.

Essa lista não é definitiva e muito menos oferece os dados geográficos necessários a qualquer demanda. O usuário desses dados devem observar a pertinência de suas aplicações como, por exemplo, quando o dado foi atualizado pela última vez ou qual o nível de detalhes e escala cartográfica do mapeamento. Esses dados geográficos estão em diferentes formatos e podem ser trabalhados em diversos aplicativos, geralmente de SIG, como o software livre QGIS²⁷.

²⁵ Capacidade de um sistema se comunicar com o outro de forma transparente, ou seja, sem a necessidade de tradução ou outro tratamento na comunicação entre eles.

²⁶ http://www.labgis.uerj.br/fontes_dados.php. Acesso em 22 de abril de 2016.

²⁷ <http://www.qgis.org>. Acesso em 22 de abril de 2016.

5. Gerência do Banco de Dados

Como dito anteriormente, o banco de dados apresenta uma estrutura adaptada de acordo com os dados que queremos armazenar e os tipos de análises e processamento que desejamos suportar no banco. Essa estrutura adequada – chamada tecnicamente de *esquema* do banco de dados – é fundamental para que consigamos usufruir bem os recursos do banco, ou seja, um esquema inadequado pode comprometer disponibilidade, desempenho ou integralidade dos dados.

Há desafios conhecidos e bem-documentados para se manter bem a gerência do banco de dados e seu esquema. Nesta seção estão resumidos os principais desafios e escolhas sobre obtenção, geração, distribuição e tratamento dos dados geográficos.

5.1 Fonte de Dados Externos

Devido ao esforço para uma produção própria ou pela necessidade de utilizar dados produzidos por fontes públicas oficiais, em muitos projetos se escolhe utilizar dados produzidos por terceiros – vide a lista de fontes já apresentada nesse documento. É evidente que o esquema do banco e outros aspectos técnicos que são adotados por essas fontes não são necessariamente aderentes às necessidades do seu banco de dados. Por exemplo, o IBGE disponibiliza gratuitamente as divisões municipais do Brasil em formato *Shapefile* (*.shp).

Ao se adquirir este dado, podemos perceber que há atributos que não precisamos, há atributos ausentes ou nomeados de uma forma que precisemos ajustar.

Também podemos perceber incompatibilidade de bases entre duas ou mais fontes. Por exemplo, foi baixado em 20/03/2016 a malha digital dos Municípios do IBGE²⁸ e dados da Bacia Amazônica na Agência Nacional de Águas (ANA)²⁹. Ao se observar esses dados geográficos em um aplicativo de SIG percebemos nos limites do IBGE respectivos aos Municípios amazonenses de Nova Olinda do Norte, Maués e Borba que são fronteiriços por meio de rios. Entretanto, ao se observar a Figura 4 percebemos que os traçados dos rios e dos limites municipais não são coincidentes. Essa discrepância tem origem em questões técnicas da cartografia constituída, como escala e precisão posicional.

²⁸ http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm. Acesso em 22 de abril de 2016.

²⁹ <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em 22 de abril de 2016.

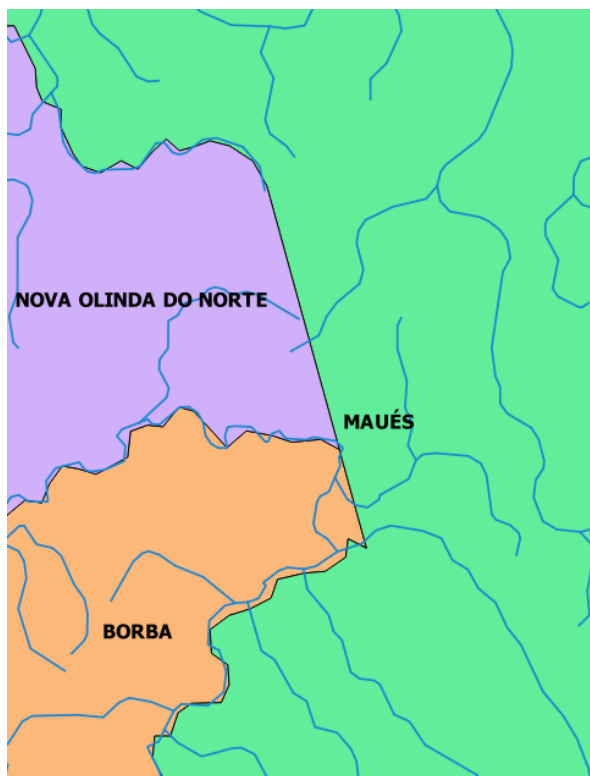


Figura 4 – Visualizando em um aplicativo de Sistema de Informações Geográficas as discrepâncias entre limites de Municípios e seus rios limítrofes.

A literatura técnica chama de *extração*, *transformação* e *carga* a rotina de trazer dados de bancos externos para a estrutura de nosso banco de dados – normalmente nos referimos como rotinas de ETL, sigla em inglês para *extract, transform and load*. Ressalta-se que cada rotina de ETL tem suas especificidades para atender ao esquema personalizado de um determinado banco de dados.

A fase de *extração* se refere ao acesso aos dados na fonte, seja diretamente lendo o banco de dados, ou seja, por meio de *middleware*. Nessa etapa é necessário saber o que se busca e onde esses dados estão. Por exemplo, os dados do IBGE e da ANA que

compõem a Figura 4 foram exportados dos seus bancos institucionais e disponibilizados em formato *Shapefile* para serem baixados em seus respectivos sites. Todavia há outros casos que a fase de extração é mais complexa.

A segunda etapa é a de *transformação*, provavelmente a etapa de ETL mais onerosa em muitos projetos de banco de dados. Nela temos o objetivo de executar uma série de funções que vão limpar, alterar e derivar dados a partir dos dados extraídos. Podemos, por exemplo, alterar parâmetros cartográficos, calcular dados derivados, apagar dados indesejáveis ou duplicados, unir dados extraídos de diferentes fontes, mudar terminologias de atributos, separar ou unir atributos, entre outras operações.

Por fim, a etapa de *carga* diz respeito à carga dos dados já transformados para o seu banco de dados, armazenando-os adequadamente.

Essas rotinas de ETL podem ser realizadas com a programação de aplicações personalizadas, aplicativos de SIG com os recursos adequados ou mesmo soluções dedicadas ao ETL de dados geográficos como o software livre GeoKettle³⁰.

Observe que qualquer mudança no esquema ou outro detalhe tecnológico nas fontes ou no seu próprio banco de dados pode demandar uma revisão nas rotinas de ETL.

³⁰<http://www.spatialytics.org/>. Acesso em 22 de abril de 2016.

5.2 Criação de Dados Geográficos

O processo de criação de dados geográficos pelo próprio responsável pelo banco de dados também é uma opção. A seguir são descritas as principais alternativas para geração de tais dados a fim de alimentar o banco: dados derivados, imagens de sensores remotos, GNSS e topografia.

Processamento e análises espaciais permitem que geremos *dados derivados* a partir de uma base original. Por exemplo, podemos utilizar algoritmos de interpolação para gerar modelos digitais de terreno a partir de curvas de nível de uma folha topográfica; dados de declividade a partir de dados altimétricos; limites de áreas de proteção permanente de nascentes a partir de *buffers*³¹ dos próprios rios; e mapeamentos de suscetibilidades e riscos de inundação a partir de técnicas de análise espacial. O limite das opções de dados gerados depende exclusivamente da necessidade do projeto, da possibilidade dos programas de SIG e das técnicas de análise espacial aplicadas.

A utilização de *imagens de sensores remotos* também é uma alternativa para produção de dados geográficos. Apesar da imagem de satélite ser um tipo de dado geográfico e, logo, seus dados derivados poderem ser enquadrados na opção anterior *dados derivados*, esse texto a separa devido às suas especificidades técnicas. Podemos entender um sensor remoto como um instrumento

que mede propriedades de um alvo sem contato físico com o mesmo. Por exemplo, a humanidade estuda galáxias, planetas e estrelas sem nunca ter estado nelas; e nossos olhos registram cores e luminosidade para o nosso cérebro interpretar formas, tamanhos, distâncias e outras propriedades do espaço à nossa volta sem a necessidade de contato físico com os objetos. Em suma, utilizamos sensores remotos para diversas aplicações, inclusive, fora do campo das tecnologias da informação geográfica.

No campo das informações geográficas, as imagens geradas pelos sensores remotos têm se diversificado e popularizado – algumas até mesmo gratuitas como as imagens dos satélites LANDSAT-8 e SENTINEL-2. Esses sensores podem ser carregados em satélites que orbitam a Terra ou mesmo por aviões, helicópteros e os recentes drones.

Ao serem devidamente tratadas, as imagens geradas por esses sensores fornecem diversos insumos. Por exemplo, podemos mapear rios, cobertura vegetal, altimetria, padrões de uso e cobertura, infraestrutura (estradas, linhas de energia, dutos etc.), edificações e qualquer outro elemento identificável na imagem. Os procedimentos de identificação podem ser essencialmente manuais – ou seja, feições criadas com cliques do *mouse* – ou então parcialmente ou

³¹*Buffer* é uma operação usual dos aplicativos de SIG, onde é determinada a região que está a um raio a partir de um rio, uma nascente ou outra feição geográfica. Segundo a legislação

vigente, o limite das áreas de proteção permanente é 50 metros entorno de nascentes, logo esta APP pode ser criada a partir da operação *buffer* dentro do SIG.

totalmente automatizadas utilizando algoritmos de reconhecimento de padrões sobre a imagem. Há diversos aplicativos no mercado chamados, principalmente, de softwares de Processamento Digital de Imagens (PDI), que possuem recursos especializados para processar essas imagens de sensores remotos e gerarem produtos derivados.

Outra forma de levantamento de dados é com a utilização de *Sistemas de Posicionamento Global por Satélite* (GNSS, sigla em inglês). A sigla GPS, que se popularizou entre a população em geral, é na verdade parte da sigla do nome do projeto de GNSS americano chamado NAVSTAR/GPS. Além do projeto americano, hoje se encontram em operação ou construção outros sistemas como o russo Glonass, o europeu Galileu e o chinês Compass³². Presentes em diversos dispositivos eletrônicos como celulares, automóveis e equipamentos agrícolas, os receptores de GNSS aferem coordenadas em qualquer lugar da superfície da Terra e a qualquer tempo com precisão de poucos metros até poucos centímetros, dependendo do equipamento e técnica de posicionamento empregados.

Utilizando um receptor de GNSS, podemos ir a campo coletar coordenadas geográficas diversas como ativos de uma empresa, afloramentos rochosos, edificações, espécies de flora ou mesmo marcos de uma propriedade. Essas coordenadas

são facilmente transportadas para aplicativos de SIG ou para banco de dados.

Por fim, outro método de levantamento é com técnicas de *topografia*. Dependendo da extensão territorial, a topografia se apresenta vantajosa. Com ela podemos levantar um conjunto de coordenadas precisas para um levantamento planialtimétrico, incluindo o registro de elementos, assim como no caso do GNSS.

Toda essa produção de dados precisa deve ser planejada e gerenciada para que os mesmos estejam adequados à estrutura do banco de dados e, principalmente, aos requisitos de qualidade.

5.3 Controle de Qualidade de Dados Geográficos

Uma das definições do dicionário on-line da Michaelis³³ para a palavra *qualidade* é “Grau de perfeição, de precisão, de conformidade a um certo padrão”. Qualidade é um valor do indivíduo; é atender expectativas, inclusive para dados geográficos³⁴.

Uma vez que o dado geográfico não representa como o mundo real, mas, sim, um objetivo de comunicação e registro do conhecimento sobre o mundo real, é pertinente a pergunta: quais são os critérios que o dado geográfico deve ter para que atenda às necessidades de um determinado uso? Essa pergunta envolve aspectos sobre a estrutura e criação do dado geográfico como seus atributos,

³² MONICO, 2008.

³³ <http://michaelis.uol.com.br/>. Acesso em 22 de abril de 2016.

³⁴ SHI et al. 2002.

quem o produziu, parâmetros cartográficos, frequência de atualização, representação conceitual, modelo de banco de dados, precisão posicional, entre outros.

Em outras palavras, para realizar o controle de qualidade a fim de aferir se os dados estão tecnicamente a contento das aplicações de uma instituição, é necessário determinar quais são os critérios de qualidade desejados sobre esses dados. Tomando um exemplo para ilustrar este conceito, considere que um Município necessita de um dado geográfico sobre a cobertura vegetal de seu território com os seguintes critérios: a escala cartográfica deve ser 1:25.000 ou melhor; a classificação da vegetação deve seguir o *Manual Técnico da Vegetação Brasileira* do IBGE³⁵; não deve ser anterior a cinco anos; a classificação deve cobrir pelo menos 90% da área do Município; e as áreas das classes devem estar calculadas em projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator no fuso 21 Sul.

Assim como essa listagem de expectativas sobre o dado geográfico de vegetação é específica para atender essa demanda hipotética do Município, outras listagens devem ser personalizadas para cada demanda, onde há uma miríade de possibilidades de requisitos.

Continuando com o exemplo, talvez esse dado de vegetação de nosso Município hipotético não exista e o Município não disponha de recursos para criá-lo. Esse cenário, que não é muito raro, pode levar à adoção de um mapeamento que não atenda a todos os critérios listados, porém que atenda ao máximo de critérios possíveis. Em outras palavras, se trabalha com o melhor dado que se tem acesso. Caberia então uma estratégia para se alcançar posteriormente esse dado geográfico melhor. Também é importante se registrar as limitações de utilização do dado geográfico atual, uma vez que não atende a todos os critérios.

Há documentos técnicos que orientam sobre a qualidade de dados geográficos como a ISO 19157:2013 da Organização Internacional para Padronização (sigla ISO, em inglês).

Cabe também destacar a importância da documentação dessa qualidade tanto pelo produtor do dado geográfico como pelo consumidor, ambos na forma de metadados. Esses metadados fornecem informações técnicas necessárias para uma avaliação de qualidade do dado disponível. O documento da ISO supracitado e o Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil³⁶ são exemplos de padrões técnicos para documentação de tais metadados. A Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), por exemplo,

³⁵ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_vegetacao_brasileira.pdf. Acesso em 22 de abril de 2016.

³⁶http://www.concar.ibge.gov.br/arquivo/Perfil_MGB_Final_v1_homologado.pdf. Acesso em 22 de abril de 2016.

possui um catálogo de metadados de dados geográficos para consulta on-line³⁷.

5.4 Distribuição de Dados Geográficos

Como já defendido anteriormente neste documento, o valor gerado pelo dado aumenta conforme ele é mais reutilizado; por outro lado, um dado sem utilização é um dado inerte. Desta forma, é importante planejar o processo de distribuição desses dados até os usuários finais.

Apesar de haver opções como DVD, impressos ou outras mídias físicas, é difícil hoje pensar em compartilhamento de dados digitais sem passar por uma rede de computadores como uma intranet³⁸ institucional ou mesmo a internet. Ressalta-se, entretanto, que distribuir uma base de dados – geográfica ou não – é mais do que disponibilizá-la para download em um site.

Quando o mapa deixou de ser percebido apenas como fruto de técnicas cartográficas e começou a ser entendido como uma manifestação social por meio de uma linguagem gráfica, ficou evidente que o mapa – e qualquer outro formato de informação geográfica – deve ser eficiente ao comunicar e, para isto, precisamos nos ater às capacidades do usuário daquela informação³⁹.

Por exemplo, a base de dados do Censo Demográfico 2010 do IBGE é disponibilizada em alguns formatos, cada um para atender a um grupo

específico de usuários. A citar, os dados brutos em grandes tabelas para uso em aplicativos de análise para estatísticos e demógrafos; mapas interativos on-line para uso do grande público, onde o visitante do site escolhe uma entre as principais variáveis do censo (população, renda, etnia, faixa etária etc.) e o tipo de recorte espacial (Município, Estado, setor censitário etc.) para geração automática de um mapa interativo; ou relatórios técnicos com textos, tabelas, gráficos e mapas e realizar diagnósticos sobre a população brasileira a fim de fomentar políticos e a imprensa, por exemplo.

Em suma, ao se decidir como os dados geográficos serão distribuídos, é necessário escolher um bom formato para essa distribuição de acordo com o perfil esperado dos usuários.

Outro aspecto importante dessa etapa de distribuição é a interoperabilidade entre o sistema do distribuidor e do usuário do dado – como já mencionado na explicação anterior sobre *middleware*. Quando o grupo de usuários é muito vasto e com demandas plurais ou grupos distintos possuem culturas técnicas com uso de diferentes tecnologias, é difícil estabelecer um aplicativo de computador único que todos devem utilizar para consumir o dado distribuído. Por exemplo, os dados geográficos da Agência Nacional de Águas (ANA) podem ser utilizados por geógrafos que

³⁷ <http://www.metadados.inde.gov.br/>. Acesso em 22 de abril de 2016.

³⁸ Rede de dados interna, restrita ou não, de computadores interconectados.

³⁹ CRAMPTON, 2010.

trabalham com Sistemas de Informações Geográficas (SIG), engenheiros que lidam com aplicativos de CAD – Computer Aided Design, climatologistas que computam esses dados em modelos de previsão climática, ou sistemas de defesa civil de Prefeituras que monitoram áreas de risco geotécnico.

Uma das estratégias comum é fornecer esses dados em formatos de arquivo que são lidos por boa parte dos aplicativos utilizados pelos usuários como *Shapefile (*.shp)* para SIG ou *Drawing Exchange Format (*.dxf)* para CAD. Todavia, nem sempre é prático ou mesmo possível saber qual é a lista de formatos de arquivo que os usuários utilizam e demandam.

Um caminho alternativo e mais efetivo é utilizar padrões técnicos de interoperabilidade para distribuição dos dados no *middleware*. Por exemplo, o Governo Federal brasileiro estabelece estratégias de interoperabilidade para seus sistemas de informações, chamado e-PING⁴⁰. O *Open Geospatial Consortium* (OGC), que é uma organização internacional e composta por universidades, empresas, setores públicos e sociedade civil organizada, que estabelece padrões de interoperabilidade para informações geográficas. Hoje, o padrão *Web Map Service* (WMS) é o principal padrão da OGC aplicado na distribuição de dados geográficos. Boa parte das

fontes de dados citadas mais no início desse documento utiliza também esse padrão WMS.

É importante que o distribuidor dos dados capture um retorno do seu corpo de usuários a fim monitorar suas demandas atendidas, quais novas podem ser atendidas, quais demandas mudaram e quais deixaram de existir e afins. Assim o distribuidor realiza melhor o potencial dos dados, fazendo esses dados serem úteis para um corpo maior de aplicações.

6. Considerações Finais

Certamente a discussão sobre gerência de banco passa por questões tecnológicas que são centrais. Entretanto talvez o maior desafio de muitos desses projetos seja o aspecto da cultura técnica e da governança de dados que a instituição precisa conduzir junto às pessoas envolvidas no processo.

Como esse documento sumariza, o grande valor do dado é ele ser a materialização e registro das expressões de nossos conhecimentos; sendo o dado geográfico um insumo importante para conhecer e gerir o território. Entretanto, a escala de produção e compartilhamento desses dados, a diversidade de sua expressão e interpretação e a necessidade de uma estrutura predefinida do banco de dados, modelagem, identificação de fontes, entre outros, tornam a gestão desse banco

⁴⁰ <http://eping.governoeletronico.gov.br/>. Acesso em 22 de abril de 2016.

um trabalho com desafios. Há várias dimensões que precisam ser trabalhadas, como a falta de recursos humanos ou dados primários para insumo, porém a importância dos resultados de um projeto bem-sucedido pode superar facilmente os esforços despendidos.

Apesar de não haver um levantamento oficial, percebe-se que boa parte dos dados geográficos produzidos encontra-se, infelizmente, dispersa e sem documentação de qualidade por parte dos produtores ou mesmo crítica dessa qualidade pelos consumidores. Na prática, esse cenário limita a realização da potencialidade do uso desses dados geográficos, uma vez que os aspectos técnicos demandados e existentes são ignorados e a identificação da existência desses dados é dificultada. Todavia esse desafio deve ser encarado e a melhora dessa cultura técnica deve ser perseguida.

7. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, R. D. *Do Desenho ao Mapa – Iniciação Cartográfica na Escola*, 5. ed. São Paulo: Contexto, 2011.

BLAUT, J., STEA, D., SPENCER, C. E BLADES, M., *Mapping as a Cultural and Cognitive Universal*, Annals of the Association of American Geographers, 93/1, 2003. p.165-85.

BORGES, K. A. V.; DAVIS JR., C. A.; LAENDER, A. H. F. OMT-G: an object-oriented data model for geographic applications. *Geoinformatica*, v. 5, n.3, 2001. p. 221-260.

BRASIL. Constituição. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988.

CAPURRO, R., HJØRLAND, B. The concept of information. *Annual Review of Information Science and Technology*. Draft version, vol. 37, p. 343-411, 2003. Disponível em: <http://www.capurro.de/infoconcept.html>. Acesso em 20 março 2016.

CASANOVA, M., CÂMARA, G., DAVIS, C., VINHAS, L. QUEIROZ, G. R. Banco de Dados Geográficos. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/>. Acesso em 20 março 2016.

CHRISTENSEN, C.M. *The Innovator's Dilemma*. Harvard Business Review Press, Cambridge. 1997.

CRAMPTON, J. W. *Mapping. A Critical Introduction to Cartography and GIS*. Oxford: 2010.

ELMASRI, R., NAVATHE, S. *Fundamentals of Database Systems*. Pearson Education, 2004.

HARLEY, J. B. The Map and the Development of the History of Cartography. *The history of cartography*, v. 1, p. 1-42, 1987.

KITCHIN, R. *The Data Revolution: Big Data, Open Data, Data Infrastructures and Their Consequences*. Ed. SAGE Publications Ltd., 1ª edição, 240 p., 2014.

MONICO, J. F. *Posicionamento pelo GNSS – descrição, fundamentos e aplicações*, 2ª ed. São Paulo: Editora UNESP, 2007.

RUPPERT, E. *The governmental topologies of database devices*, Theory, Culture Society, 29: 116–36, 2012.

SHI, W., FISHER, P. F., GOODCHILD, M. F. *Spatial Data Quality*. Londres, UK: Ed. Taylor & Francis, 2002, p. 313.

8. Referências de Sites na Internet

Ressalta-se que todos os links abaixo foram acessados e estavam operantes no dia 16 de março de 2016:

1) Banco de dados sobre queimadas (BDQUEIMADAS) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais:
<http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>

2) Dados de relevo do Brasil (Embrapa):
<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>

3) Centro de Dados de Sensoriamento Remoto do INPE com um grande acervo de imagens de satélite:
<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>

4) Hidroweb da Agência Nacional de Águas com dados de hidrologia: <http://hidroweb.ana.gov.br/>

5) Informações Geográficas da Mineração do Dep. Nacional de Produção Mineral (DNPM):
<http://sigmine.dnpm.gov.br/>

6) Sistema Compartilhado de Informações Ambientais do IBAMA:
<http://siscom.ibama.gov.br/>

7) Sistema de informação de Solos Brasileiros da Embrapa:
<https://www.bdsolos.cnptia.embrapa.br/>

8) SIGWeb do Acervo Fundiário do INCRA:
<http://acervofundiario.incra.gov.br/>

9) SIAGEO Amazônia - Sistema Interativo de Análise Geoespacial da Amazônia Legal: <http://www.amazonia.cnptia.embrapa.br/>

10) Dados das Unidades de Conservação Federais e Dados Estatísticos do ICMBio:
<http://www.icmbio.gov.br/portal/servicos/geoprocessamento/51-menu-servicos/4004-downloads-mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-uc-s.html>

11) Banco de Dados de Informação Geocientífica (GEOBANK) do CPRM com dados de geologia, geomorfologia, solos, entre outros:
<http://geobank.sa.cprm.gov.br/>

12) Banco de Metadados Geoespaciais do IBGE:
<http://www.metadados.geo.ibge.gov.br/>

13) DataDownloads do Ministério do Meio Ambiente (MMA):
<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>

14) Imagens de satélite do Sentinel 1A e 2A - Programa Copernicus da União Europeia:
<https://scihub.copernicus.eu/>

15) Earth Explorer da United States Geological Survey (USGS) com imagens de satélite e outros dados: <http://earthexplorer.usgs.gov/>

É permitida a reprodução total ou parcial desta publicação, desde que citada a fonte.



Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM
Programa de Qualificação da Gestão Ambiental – Municípios do Bioma Amazônia – PQGA

Rua Buenos Aires nº 19 – Centro – RJ

Email: contato-amazonia@ibam.org.br | Web: amazonia-ibam.org.br

Autores: José Augusto Sapienza Ramos

Consultor do PQGA/IBAM

Bacharel em Ciência da Computação e Mestre em Engenharia de Computação e Sistemas