

BIBLIOTECA DIGITAL GEOGRÁFICA DISTRIBUÍDA: UMA ARQUITETURA PARA DESENVOLVIMENTO¹

**Marcel Santos Silva
Silvana Aparecida Borsetti Gregório Vidotti**

Resumo

O desenvolvimento de tecnologias de informação e comunicação aplicadas às informações geográficas cresce de forma considerável e torna mais visível o aumento de Sistemas de Informações Geográficas, principalmente em ambientes governamentais, que buscam disponibilizar a informação geográfica a um número de pessoas cada vez maior. O objetivo deste trabalho é apresentar uma arquitetura com elementos para a construção de uma Biblioteca Digital Geográfica Distribuída, utilizando os padrões e os conceitos da Ciência da Informação juntamente com o Geoprocessamento. Serão apresentados os conceitos de bibliotecas digitais, os padrões de metadados para informações geográficas, além de geo-ontologias que contribuem para melhor organização e recuperação da informação geográfica. Utilizaram-se os SIGs e a teoria da Ciência da Informação, focados em especial para o desenvolvimento de Biblioteca Digital Geográfica Distribuída. A proposta para construção de uma Biblioteca Digital Geográfica Distribuída

baseia-se no princípio de cooperação entre sistemas e considera o acesso livre às informações geográficas, a interoperabilidade possibilitada pela padronização dos metadados e das geo-ontologias. A arquitetura proposta para o desenvolvimento de Bibliotecas Digitais Geográficas Distribuídas atende os requisitos de representação da informação, as formas de comunicação e o protocolo de coleta de metadados e objetos digitais, possibilitando assim, o compartilhamento dos acervos informacionais geográficos distribuídos em diferentes Bibliotecas Digitais Geográficas. Apontam-se os elos entre o Geoprocessamento e a Ciência da Informação em relação à estruturação de ambientes de informações geográficas, que possam ser acessados via rede de computadores.

Palavras-Chave

Biblioteca Digital Geográfica, Geoprocessamento, Sistema de Informação Geográfica, Metadados, Geo-ontologias, Biblioteca Digital Geográfica Distribuída.

¹ Parte da dissertação de Mestrado “Sistemas de Informações Geográficas: elementos para o desenvolvimento de Bibliotecas Digitais Geográficas Distribuídas”, orientada por Silvana Aparecida Borsetti Gregório Vidotti e defendida no Mestrado em Ciência da Informação / UNESP (2006). Artigo apresentado no VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação (Salvador, 2007)

1 INTRODUÇÃO

Com o crescente desenvolvimento de tecnologias de informação e comunicação aplicadas às informações geográficas, pode-se perceber um aumento significativo de sistemas de informações geográficas, especialmente, em ambientes governamentais que objetivam tornar a informação geográfica acessível por um número maior de pessoas.

Considerando a *World Wide Web* (*Web* ou *WWW*) um ambiente hipermídia informacional adequado para tornar disponíveis informações desta natureza, pode-se pensar em Bibliotecas Digitais Geográficas que utilizem os princípios de representação, armazenamento e recuperação de informações das bibliotecas digitais, com a customização e a personalização de informações que dizem respeito aos dados geográficos, e que objetivam atender as comunidades científicas, empresariais e da sociedade em geral no acesso e no uso de informações geográficas.

Neste trabalho, objetivando apresentar uma arquitetura para Bibliotecas Digitais Geográficas Distribuídas, foram estudados os conceitos e as tecnologias relacionadas com os Sistemas de Informações Geográficas e com as formas de organização, armazenamento e recuperação de informações enfocadas na área de Ciência da Informação, em especial para o desenvolvimento de bibliotecas digitais.

Para o desenvolvimento desta pesquisa e para a seleção das Bibliotecas Digitais Geográficas estudadas foram utilizados os conceitos mais relevantes apontados por Casanova (2005), considerando suas características, padrões e peculiaridades que as diferenciam ou as relacionam. Assim, foram eleitas as seguintes Bibliotecas Digitais Geográficas por utilizarem padrões de metadados compatíveis – *Spatial Data Transfer Standard* (SDTS) e *Content Standard for Digital Geospatial Metadata* (CSDGM) que possibilitam a interoperabilidade efetiva entre os sistemas e por serem muito conhecidas na área de geoprocessamento: “ADL - Alexandria Digital Library”, “Maine Library of Geographic Information” e “Geoconnections Discovery Portal”.

Esse trabalho se justifica pela necessidade de apontar os elos de ligação entre o Geoprocessamento e a Ciência da Informação em relação à estruturação de ambientes de informações geográficas, que possam ser acessados via rede de computadores, em especial via *Web*.

Espera-se contribuir para o aperfeiçoamento das metodologias e técnicas de desenvolvimento de Biblioteca Digital Geográfica Distribuída – uma especialização da biblioteca digital-, permitindo a representação, a manipulação, a análise e a exibição de informação georreferenciada em distintos níveis, desde uma escala local (plane-

jamento urbano de uma cidade) até uma escala mundial (gestão das condições climáticas), e em diferentes provedores de dados. Para isso, foram utilizados os padrões e as estruturas convencionalmente utilizadas na comunidade de geoprocessamento, com aprofundamento das suas características e de diferentes técnicas.

Esta pesquisa propõe uma arquitetura que possibilita dentro de uma interface de busca a recuperação e o acesso às informações armazenadas em diferentes Bibliotecas Digitais Geográficas, denominadas neste trabalho como Bibliotecas Digitais Geográficas Distribuídas, que compartilham do princípio de acesso livre, de um padrão de geo-ontologia e do padrão

de metadados CSDGM (Content Standards for Digital Geoespacial Metadata).

2 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

O geoprocessamento pode ser entendido como um conjunto de tecnologias que tem como objetivo coletar e tratar informações espaciais para um fim específico. Cada aplicação de geoprocessamento é executada por um sistema específico, que recebe o nome de Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Assim, o geoprocessamento pode ser representado conforme Figura 1 a seguir:



Figura 1 – Geoprocessamento
Fonte: Lazzarotto (2003, p.1)

O geoprocessamento está relacionado com o processamento de dados georreferenciados, possuindo referência de localização, enquanto um Sistema de Informações Geográficas (SIG) processa dados gráficos e não-gráficos com ênfase nas

análises espaciais e nas modelagens de superfícies.

A evolução dos Sistemas de Informações Geográficas está associada a diversas fases de evolução da humanidade em busca da representação do seu mundo real. Seguindo a pesquisa, apresentam-se

os conceitos de Bibliotecas Digitais Geográficas.

3 BIBLIOTECAS GEOGRÁFICAS DISTRIBUÍDAS

As bibliotecas digitais são ambientes que possibilitam o gerenciamento, a representação, a organização e a recuperação de informações em formato digital, via rede de computadores.

Alvarenga (2001, p.5), de forma simplificada, afirma que

A biblioteca digital pode ser definida como um conjunto de objetos digitais construídos a partir do uso de instrumentos eletrônicos, concebidos com o objetivo de registrar e comunicar pensamentos, idéias, imagens e sons, disponíveis a um contingente ilimitado de pessoas, dispersas onde quer que a plataforma *www* alcance.

Abad e colaboradores (2000, p.1) afirmam que as bibliotecas digitais devem suportar quatro principais funcionalidades de uma biblioteca convencional: coleta; organização e representação; acesso e recuperação; análise, síntese e disseminação da informação.

Assim, um dos principais objetivos de uma Biblioteca Digital Geográfica é o fornecimento de ferramentas para armazenamento e recuperação de dados geográficos. Existem diversas iniciativas para a construção de Bibliotecas Digitais Geográficas que podem ser localizadas na *Web*.

No presente estudo, enfocam-se três bibliotecas consideradas por Casanova (2005) como as mais relevantes, em função de suas características, pelos padrões utilizados e pelas peculiaridades que as diferenciam: “ADL - Alexandria Digital Library”, “Maine Library of Geographic Information” e “Geoconnections Discovery Portal”.

Para uma melhor análise das características das Bibliotecas Digitais Geográficas existentes e construção de uma arquitetura para Biblioteca Digital Geográfica Distribuída, apresentamos as formas de representação da informação, estudando sobre metadados, ontologias e interoperabilidade em ambientes de informações geográficas.

4 METADADOS, GEO-ONTOLOGIAS E INTEROPERABILIDADE EM AMBIENTES DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

A representação está em todas as áreas. Desde há muito tempo o ser humano busca representar tudo o que está ao seu redor.

Alvarenga (2001, p. 2) parte da definição de que

[...] representar significa o ato de colocar algo no lugar de, pode-se classificar em nível primário a representação simbólica feita pelos autores, no momento da expressão dos resultados de suas observações metódicas sobre a natureza, utilizando-se das lin-

guagens disponíveis no contexto da produção e comunicação de conhecimentos. Nessa representação as línguas dos diversos povos e línguas de especialidades desempenham papel primordial.

O termo metadados possui diversas definições, e a mais simplista é que são dados sobre dados, ou ainda, abstração dos dados.

Takahashi (2000, p. 172), conceitua metadados como

Dados a respeito de outros dados, ou seja, qualquer dado usado para auxiliar na identificação, descrição e localização de informações. Trata-se, em outras palavras, de dados estruturados que descrevem as características de um recurso de informação.

Senso e Rosa Piñero (2003, p. 99) afirmam que metadado é toda informação descritiva sobre um contexto, qualidade, condição e característica de um recurso, dado ou objeto, que tem como objetivo a facilitação de sua recuperação, autenticidade, evolução, preservação e interoperabilidade.

Os metadados estão presentes em todos os sistemas de informações, inclusive nos SIGs. Por isso sua utilização é muito importante para a descrição de características dos dados armazenados nestes sistemas e para o processo de interoperabilidade entre sistemas de informações, no caso, Bibliotecas Digitais Geográficas.

Pode-se afirmar que uma coleção de metadados, em diversos níveis de agregação, forma um catálogo, que pode pertencer a coleções de conjunto de dados, a conjuntos de dados simples ou simplesmente a certo tipo de dados (WEBER et al., 1999).

Diversos padrões de metadados foram criados e são utilizados pela comunidade da Ciência da Informação, em especial pela Biblioteconomia. Alguns foram desenvolvidos em uma comunidade específica ou domínio. Os principais são: Internet Anonymous FTP Archives (IAFA) Templates, Machine-Readable Cataloging (MARC), Text Encoding Initiative (TEI) Headers, Encoded Archival Description (EAD), Computer Interchange of Museum Information (CIMI), Government Information Locator Service (GILS), Dublin Core (DC) e os padrões para metadados espaciais são: Spatial Data Transfer Standard (SDTS), Content Standards for Digital Geospatial Metadata (CSDGM), Spatial Archive and Interchange Format (SAIF), Comité Européen de Normalisation – Geographic Information (CEN TC 287), Australia New Zealand Land Information Council (ANZLIC) – Spatial Information Council, Global Change Master Directory/National Aeronautics and Space Administration (GCMD/NASA). Vale destacar que alguns dos padrões citados anteriormente são utilizados na padronização de metadados de

informações geográficas, assunto que é objeto de estudo desta pesquisa.

De acordo com o Federal Geographic Data Committee (FGDC, 2001), existem propostas de padrões nos Estados Unidos e no Canadá, com o objetivo de fornecer definições comuns para conceitos relacionados aos metadados geográficos.

O padrão de metadados adotado pela FGDC (Federal Geographic Data Committee) é o *Content Standard for Digital Geospatial Metadata* (CSDGM), desenvolvido para dar suporte à *National Spatial Data Infrastructure*. A primeira versão do padrão foi iniciada pela FGDC em 1994, com o objetivo de proporcionar um conjunto comum de terminologias e definições para a documentação de dados geoespaciais digitais. Os metadados são utilizados

principalmente para a manutenção do investimento interno da organização em dados geoespaciais, para proporcionar informação sobre a propriedade de dados da organização, tais como catálogos de dados, *clearinghouses*, e ainda para proporcionar informações necessárias para o processo e a interpretação de dados recebidos através de uma fonte externa (outras bases de dados).

Os elementos do padrão CSDGM estão divididos em sete seções, conforme a Fig. 2, que são: informação de identificação, informação de qualidade do dado, informação de organização do dado espacial, informação de referência espacial, informação de entidade e atributo, informação de distribuição e informação de referência de metadados.

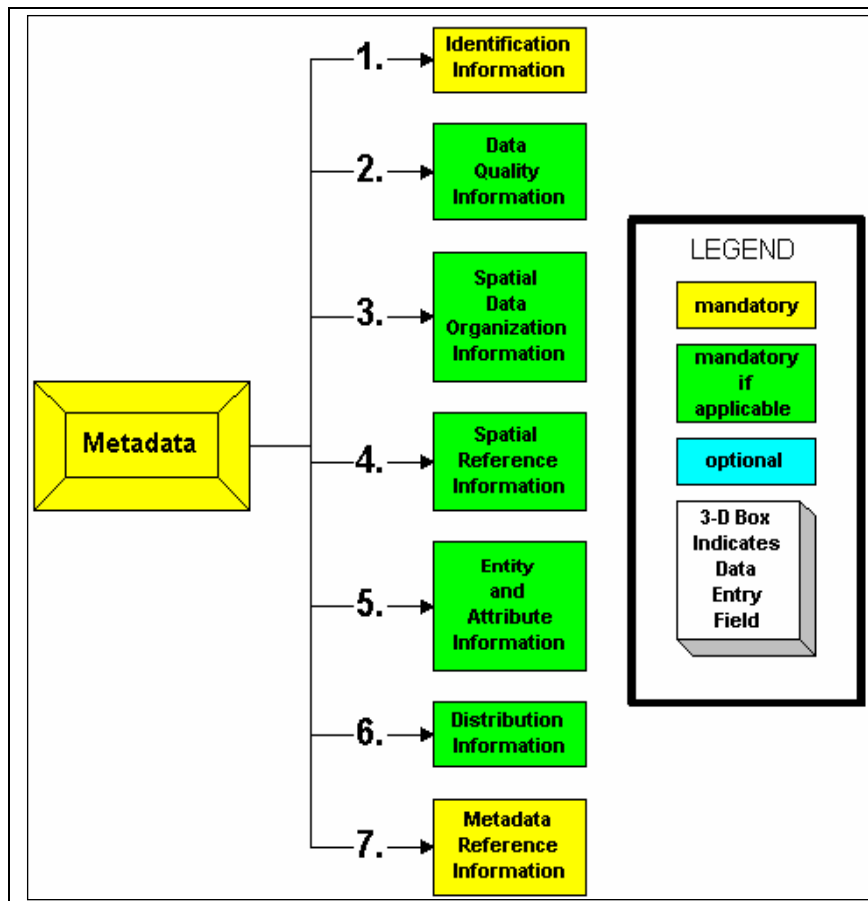


Figura 2 – Representação gráfica do CSDGM – Metadata

Fonte: http://www.nbii.gov/datainfo/metadata/standards/BRD_metadata/version2/metav-2.html. Acesso em: 05 set 2006.

Há uma grande preocupação no sentido de se criar padrões para uma melhor organização das informações disponíveis em todo o mundo. As diferenças de entedimento entre as diversas comunidades de usuários limitam a conversão de dados. Pensou-se então, na busca da interoperabilidade pela equivalência semântica, utilizando-se as ontologias.

Enfocar ontologia não é muito fácil, pois este termo vem sendo utilizado em diversas áreas. Mas, historicamente, o termo ontologia tem origem no grego *ontos*, que significa “ser”, e *logos*, “palavra”. A introdução do termo na filosofia tem com

objetivo a distinção do estudo do ser humano, como tal, do estudo de outros seres das ciências naturais.

Nesta pesquisa, considerar-se-á a utilização de ontologias no contexto de Sistemas de Informações Geográficas. Como afirma Câmara (2005, p.16),

Sua gênese remonta a Aristóteles, mas o interesse recente por ontologias em sistemas de informação decorre principalmente da necessidade de compartilhar informação de forma eficiente para um público cada vez mais interdisciplinar.

A ontologia é o campo da filosofia que tem por objetivo descrever as estruturas e os tipos de entidades, eventos, processos e relações que existem no mundo real (SMITH, 2003 apud CASANOVA, 2005, p. 16).

Para um melhor entendimento desse conceito, é apresentado a seguir um breve relato sobre a geo-ontologia, termo utilizado para Sistemas de Informações Geográficas baseados em Ontologias.

Uma geo-ontologia possui dois tipos básicos de conceitos: a) os que correspondem a fenômenos físicos do mundo real; b) os que se criam para representar entidades sociais e institucionais (SMITH; MARK, 1998; FONSECA, 1998). O primeiro é chamado de conceitos físicos, e o segundo, de conceitos sociais.

Câmara (2005, p.18) diz que os conceitos físicos podem ser subdivididos em:

- Conceitos associados a entidades individualizáveis, que possuem uma fronteira bem definida a partir de diferenciações qualitativas ou descontinuidades na natureza. Designados como *individuos bona fide* (do latim “Boa fé”), sua existência decorre de nossa necessidade de dar nomes aos elementos do mundo natural.

- Conceitos associados a entidades que têm variação contínua no espaço, associadas aos fenômenos do mundo natural, não estando a princípio limitadas por fronteiras. Chamamos estes conceitos topografias físicas, onde o termo “topografia” está associado a qualquer grandeza que varia continuamente.

Câmara (2005, p.19) também relata como são subdivididos os conceitos sociais:

- Conceitos que descrevem entidades individuais criadas por leis e por ações humanas. Estas entidades possuem uma fronteira que as distingue do seu entorno e tem uma entidade única. Sua existência depende usualmente de um registro legal. Designadas como *individuos fiat* (do latim “fazer”), incluem conceitos como *lote, municípios e países*.
- Conceitos descrevendo entidades que têm variação contínua no espaço, associadas a convenções sociais. Tome-se o caso de *po-*

breza, conceito socialmente definido que ocorre no espaço de forma ininterrupta (“*em cada lugar há algum tipo diferente de pobreza*”). Chamamos estes conceitos de topografias sociais.

Pode-se dizer que a geo-ontologia é um conjunto de conceitos e um conjunto de relações semânticas e espaciais entre esses termos. Cada conceito possui uma definição, um nome e um grupo de atributos. No conjunto das relações semânticas estão inclusas as relações de similaridade, sinonímia e hiponímia (CÂMARA, 2005).

A descrição de interoperabilidade nesta pesquisa está restrita aos objetos digitais, bibliotecas digitais e sistemas de informações geográficas. Qualquer generalização deve ser feita com uma compreensão do que realmente tem por objetivo este trabalho.

A enorme quantidade de informações que a Internet disponibiliza faz surgir uma enorme preocupação com a interoperabilidade, que pode ser entendida como a capacidade de compartilhamento e de troca de informações.

O avanço tecnológico implica multidisciplinaridade, ou seja, muita informação de diferentes áreas disponíveis em um mesmo local, a Internet, muitos *softwares* criados para a realização da mesma tarefa,

formatos diferentes de dados que exigem dos profissionais o domínio de detalhes para um maior aproveitamento da informação.

A interoperabilidade geralmente é pesquisada dentro de uma extensão específica, ou seja, dentro de uma comunidade específica (por exemplo: bibliotecas, comunidade científica, entidades comerciais), dentro de uma classificação particular de informação (ex: registros eletrônicos, *software*) ou dentro de uma área particular e tecnologia da informação (por exemplo: visualização de dados, imagem digital) (PAYETTE et al., 1999).

A importância da interoperabilidade está presente na estrutura de sistemas distribuídos. Existem algumas discussões relacionadas ao conceito de sistemas distribuídos, portanto será utilizado nesta pesquisa o que combina com a proposta de arquitetura, que é a distribuição das informações em diversos computadores conectados através de uma rede.

Apresentados os conceitos, parte-se para a construção da arquitetura de uma Biblioteca Digital Geográfica Distribuída, utilizando todos os conceitos estudados na pesquisa.

5 ARQUITETURA DE UMA BIBLIOTECA DIGITAL GEOGRÁFICA DISTRIBUÍDA

Existem diversas arquiteturas propostas para o desenvolvimento de uma Biblioteca Digital Geográfica, conforme afirmam Osses e colaboradores (2000, p.1):

Diversas arquiteturas têm sido propostas para BGD e de maneira geral a solução adotada para facilitar a difusão de informação geográfica através da Internet é acoplamento de um servidor de dados geográficos.

Será utilizada, como base para nossa proposta, a arquitetura apresentada por Gardels (1997), visto que a mesma apresenta características relevantes e também por operar no ambiente da Internet.

Apresenta-se a seguir a arquitetura proposta para o desenvolvimento de uma Biblioteca Digital Geográfica Distribuída (BDGD), mostrada na Figura 3.

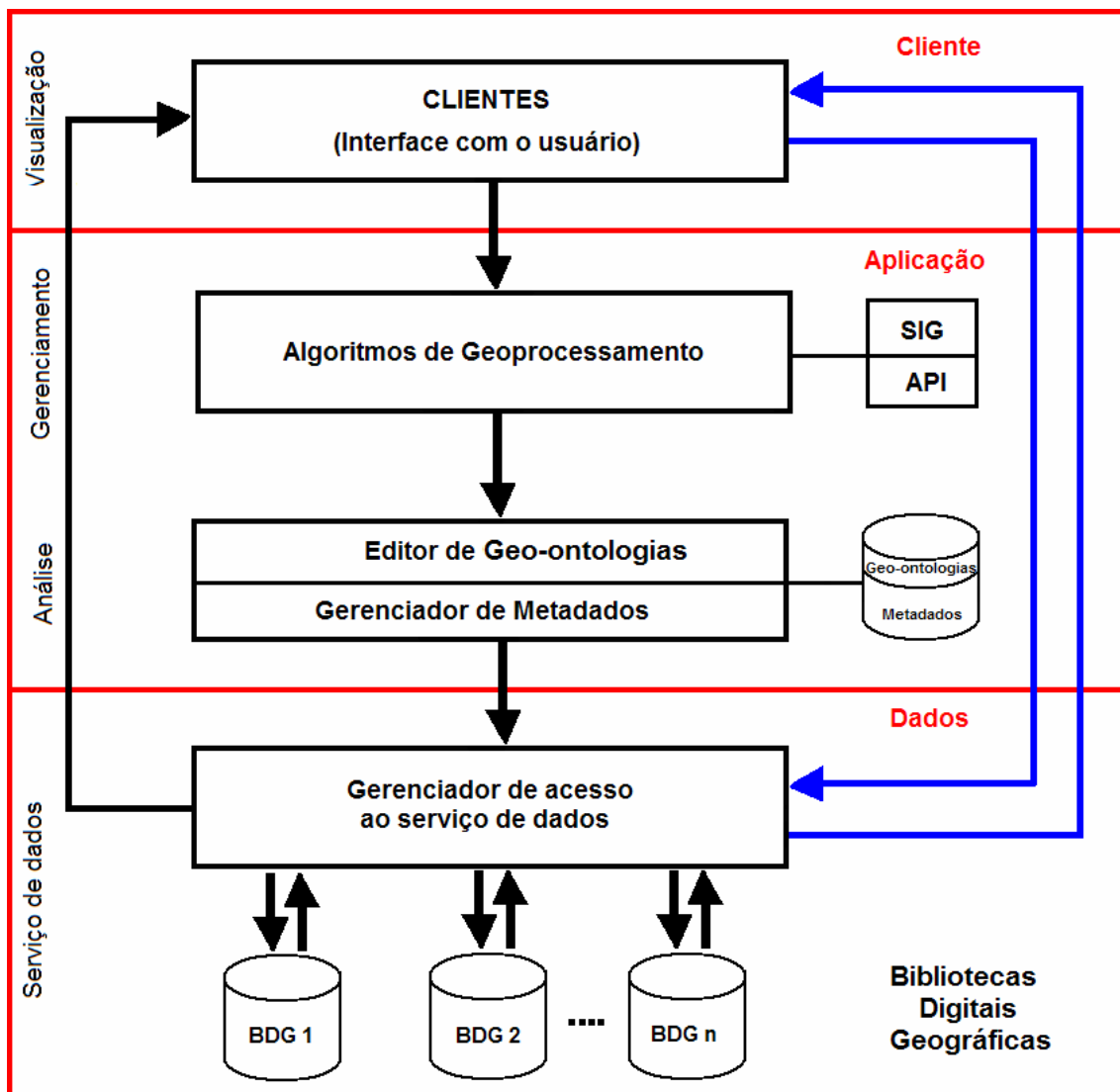


Figura 3 – Arquitetura proposta para BDGD

A proposta de uma arquitetura para o desenvolvimento de uma Biblioteca Digital Geográfica Distribuída tem como principal objetivo a utilização de padrões, linguagens, estruturas que já estão em uso, muitas delas aprovadas por instituições e pesquisadores renomados. Por isso, a arquitetura propõe uma estrutura hierarquizada e organizada de forma que o usuário obtenha o melhor resultado da informação que deseja. A seguir, é apresentada de forma detalhada a arquitetura proposta, exemplificando as camadas de sua estrutura e seguindo o fluxo de seu funcionamento durante a execução de uma consulta realizada pelo cliente.

A arquitetura foi concebida em três camadas: Cliente, Aplicação e Dados. Estas se subdividem em quatro processos: Visualização, Gerenciamento, Análise e Serviços de Dados.

A camada Cliente possui o processo de Visualização; a segunda camada possui os processos de Gerenciamento e Análise, enquanto a terceira camada denominada Dados, que contempla o processo Gerenciador de Acesso aos Serviços de Dados que faz a recuperação de metadados, via protocolo de Coleta de Metadados (PMH – Protocol Metadata Harvesting) das Bibliotecas Digitais Geográficas que participam da cooperação/consórcio da Biblioteca Digital Geográfica Distribuída. Vale destacar que cada Biblioteca Digital Geográfica que

pertence ao consórcio pode também utilizar a arquitetura proposta e se tornar uma Biblioteca Digital Geográfica Distribuída, ou seja, para participar do compartilhamento de informações a biblioteca interessada deverá incorporar as camadas e processos pertencentes a esta arquitetura. Após a incorporação será possível a realização de consultas dentro do seu próprio ambiente, possibilitando assim, a busca nas outras Bibliotecas Digitais Geográficas participantes.

A seguir serão apresentadas as funções de cada uma das três camadas da arquitetura e os processos que as mesmas possuem. A primeira é a camada Cliente.

5.1 Camada Cliente

Conforme comentado anteriormente, a camada Cliente possui o processo de Visualização que possibilita ao usuário a interação com o sistema nas etapas de solicitação, seleção e recuperação das informações geográficas de seu interesse. A interação inicia-se a partir da solicitação de busca de informação geográfica de forma gráfica ou textual. As formas de solicitação podem ser customizadas com o uso de elementos de recuperação, tais como: palavras-chave com uso de operadores booleanos (E, OU, NÃO), coordenadas geográficas, período, localização, e seleção diretamente no mapa para filtrar a área de interesse na pesquisa.

Uma das principais características deste processo é a de possibilitar ao usuário acesso à informação desejada de diferentes modos, via interface de fácil utilização e entendimento, inclusive com a disponibilização de elementos de ajuda necessários para a realização da sua busca.

Após a inserção dos critérios de busca de informações geográficas por parte do usuário, os dados solicitados são enviados para a camada de Aplicação, que será apresentada a seguir.

5.2 Camada Aplicação

Na camada Aplicação encontra-se o processo de Gerenciamento, ativado com a solicitação de busca de informação. Neste momento, o Sistema de Informação Geográfica e os aplicativos disponíveis são executados, criando parâmetros necessários para a utilização dos algoritmos de geoprocessamento. Esses parâmetros são utilizados nos algoritmos pré-estabelecidos para a realização da consulta.

Encontra-se, ainda, nesta camada, o processo Análise que visa disponibilizar informações para uma melhor classificação temática e conceitual da informação solicitada, via editor de geo-ontologias e por um gerenciador de metadados. Em seguida, os parâmetros enviados ao Editor de Geo-ontologia e ao Gerenciador de Metadados são descritos de forma a possibilitar um processo de busca de informação mais

preciso, com refinamento dos elementos descritivos e temáticos. Com o editor de ontologias, é possível a utilização da linguagem GML, e o padrão de metadados proposto para esta arquitetura e para as Bibliotecas Digitais Geográficas é o CSDGM.

Após a codificação dos critérios de seleção, os elementos de metadados selecionados são transferidos para a camada de dados que se encarregará de coletar os registros de informações geográficas existentes nos provedores de dados das Bibliotecas Digitais Geográficas pertencentes ao consórcio, que ficam distribuídas em diferentes computadores/servidores, conforme detalhamento a seguir.

5.3 Camada Dados

A terceira camada, denominada Dados, é considerada uma das mais importantes. Ela é composta por servidores de arquivos distribuídos, independente de localização geográfica, onde cada servidor corresponde a uma base de dados geográfica que possui um banco de dados com informações espaciais (vetores e *rasters*) e dados tabulares, que são acessados via Gerenciador de Serviços de Acesso aos Dados, responsável pela comunicação com os servidores de dados das bibliotecas.

Após a localização, nas Bibliotecas Digitais Geográficas, dos metadados que correspondem às necessidades informac-

onais apresentadas pelo usuário no início da consulta, o Gerenciador de Acesso ao Serviço de Dados retorna à camada Cliente os resultados obtidos.

De posse dos resultados exibidos, o usuário pode selecionar o resultado desejado. Nesta etapa, o sistema envia diretamente informação para o Gerenciador de Serviços de Acesso aos Dados da terceira camada que acessará a serviço de dados da biblioteca depositária para a recuperação do objeto digital, que pode ser: uma imagem de satélite, um arquivo com vetores, fotos aéreas, que será exibido em seguida ao usuário.

O fluxo da consulta nesta arquitetura pode ser exemplificado da seguinte forma: a consulta é iniciada na camada Cliente com a solicitação do usuário, a primeira etapa da busca é identificada pela seta de cor preta; as informações são enviadas para a camada de Aplicação, onde os dois processos executarão suas funções, após a elaboração dos algoritmos de geoprocessamento e a edição das geo-ontologias, o gerenciador de metadados envia para a camada Dados os metadados disponíveis para a realização da busca nas diversas Bibliotecas Digitais Geográficas participantes. Ao acessar cada Biblioteca Digital Geográfica, o gerenciador de acesso ao serviço de dados, relaciona todos os itens encontrados e devolve diretamente ao processo de visualização da camada cliente.

Tendo em sua tela a relação dos objetos encontrados, o usuário simplesmente seleciona o item desejado. A partir deste momento o fluxo é definido pela seta de cor azul. A camada Cliente envia para a camada de Dados o objeto solicitado pelo usuário e ao receber a solicitação, a camada de Dados retorna o objeto diretamente para a camada Cliente para que o usuário possa utilizá-lo.

Se na primeira etapa (setas pretas) da busca o resultado não for satisfatório, o usuário poderá executar uma nova consulta novamente (setas pretas), voltando ao início do fluxo, sem ter que passar pela segunda etapa (setas azuis).

Destaque-se o fato de que a utilização desta arquitetura é baseada no conceito de arquivos livres ou arquivos abertos que têm como princípio o acesso livre às informações. Neste caso, propõe-se o acesso livre às informações geográficas contidas em Bibliotecas Digitais. Para a camada de Dados sugere-se a utilização da arquitetura com princípios de OAI (Open Access Initiative), que para Oliveira e Lamb (2001, p. 6)

[...] possui dois componentes principais: Data Provider e Service Provider. O Data Provider é um repositório que possui metadados sobre os documentos e permite a realização de consultas através do protocolo OAI-PMH (Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting). O Service Provider realiza uma coleta de metadados em

diversos Data Providers, através do protocolo OAI-PMH e também oferece diferentes serviços aos usuários, como por exemplo, busca e citação.

A utilização desta arquitetura busca um melhor aproveitamento da camada de Dados, que é composta de um provedor de serviços (*Service Provider*) responsável pela recuperação nos diversos provedores de dados distribuídos (*Data Provider*). Vale lembrar que nesta arquitetura é sugerida a utilização do padrão de metadados CSDGM/FGDC, mas não se descartam outros padrões, pois poderão ser utilizados conversores para o padrão estabelecido.

Propõe-se aqui uma arquitetura que possibilita em uma interface de busca a recuperação e o acesso às informações armazenadas em diferentes Bibliotecas Digitais Geográficas que compartilham do princípio de acesso livre, de um padrão de geo-ontologia e do padrão de metadados CSDGM da FGDC.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta uma arquitetura com elementos para o desenvolvimento de uma Biblioteca Digital Geográfica Distribuída, utilizando os padrões e os conceitos da Ciência da Informação em conjunto com os Sistemas de Informações Geográficas e o Geoprocessamento.

Foram apresentados os conceitos de Sistemas de Informações Geográficas,

bibliotecas digitais e os padrões de representação relacionados aos metadados e às geo-ontologias para informações geográficas, elementos fundamentais para a organização, o armazenamento, a descrição, a recuperação e a interoperabilidade entre Sistemas de Informação Geográfica.

Apontam-se os elos entre o Geoprocessamento e a Ciência da Informação em relação à estruturação de ambientes de informações denominados Bibliotecas Digitais Geográficas Distribuídas.

A proposta da arquitetura de uma Biblioteca Digital Geográfica Distribuída teve como base o princípio de cooperação entre sistemas, o acesso livre às informações geográficas, a interoperabilidade possibilitada pela padronização dos metadados e o uso de geo-ontologia, visto que atualmente, o potencial de compartilhamento dessas informações não tem sido explorado na sua completude, pois na maioria dos sistemas de informações as ontologias de aplicação não estão explicitadas.

Assim, a arquitetura proposta visa o desenvolvimento de Bibliotecas Digitais Geográficas Distribuídas que atendam aos requisitos de representação da informação, às formas de comunicação e ao protocolo de coleta de metadados e objetos digitais, possibilitando, assim, o compartilhamento dos acervos informacionais geográficos de forma distribuída e que utilizam ferramen-

tas de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs).

A arquitetura visa também a utilização otimizada de técnicas e de padrões de representação de informações que resultam em um melhor aproveitamento dos acervos informacionais de diversas Bibliotecas Digitais Geográficas, em uma única interface de comunicação. Utiliza-se o princípio de cooperação entre sistemas e o acesso livre às informações geográficas, com compartilhamento dos acervos informacionais geográficos de forma distribuída. O protocolo de coleta de metadados via serviços de acesso aos dados, permitirá a interoperabilidade entre as bibliotecas pelo uso de um padrão de metadados e de geo-ontologia.

Essa interoperabilidade não pode ser conseguida naturalmente, ou seja, é necessária a utilização de padrões disponíveis e aprovados por instituições renomadas. Pode-se dizer que se a interoperabilidade é um conceito simples, ela não deixa de possuir uma complexidade que está diretamente relacionada à abrangência onde a mesma é aplicada.

Conforme comentado neste trabalho, a busca pela interoperabilidade aumentou muito nos últimos anos, pois a multidisciplinaridade de informação disponibilizada, o desenvolvimento de softwares para a realização de tarefas semelhantes, a geração de diferentes formatos, exigem dos

profissionais o domínio de técnicas e processos para aproveitamento total destas informações. Por esse motivo, a arquitetura deste trabalho propõe a utilização do padrão de metadados CSDGM e uma geo-ontologia única para as Bibliotecas Digitais Geográficas Distribuídas participantes do processo de compartilhamento de informações geográficas.

A arquitetura, com base na proposta de Gardels (1997), apresenta um novo processo denominado Análise, pelo qual é possível a utilização de metadados e de geo-ontologias para o refinamento dos critérios de busca de informação. Assim, a arquitetura proposta neste trabalho contempla a utilização do CSDGM como um modelo completo de metadados de forma a atender à complexidade das formas de representação dos dados geográficos, segundo as normas específicas e as características das Bibliotecas Digitais Geográficas.

Uma característica peculiar relacionada à arquitetura é a inclusão dos aplicativos API's e SIG na segunda camada - Aplicação, o que possibilita melhor gerenciamento das informações geográficas solicitadas pelo cliente e maior rapidez na criação dos parâmetros para a camada de Aplicação.

A possibilidade de união de técnicas e procedimentos da Ciência da Informação com os Sistemas de Geoprocessamento,

em especial de Sistemas de Informações Geográficas, foi demonstrada neste trabalho de forma consistente.

Exemplificando as características mais importantes da arquitetura proposta, podem-se considerar os seguintes aspectos: com a implantação das três camadas e quatro processos, é possível a utilização de sistema de informações geográficas e aplicativos de interface ao usuário para facilitar o processo de compartilhamento e recuperação da informação. A utilização do gerenciador e do padrão de metadados sugerido proporciona a recuperação de informação mais precisa, juntamente com a utilização do editor de geo-ontologia único para todas as bibliotecas participantes do consórcio. Também é importante destacar a utilização de um protocolo de coleta de metadados e os princípios de acesso aberto à informação. Todos estes aspectos possibilitam ao usuário uma informação mais precisa e proporciona a disseminação da informação de forma ampla.

Considerando os elementos informacionais enfocados no Geoprocessamento e as formas de representação temática e descritiva, de organização e recuperação de informação da Ciência da Informação pôde-se perceber um potencial de utilização recíproca e compartilhada de conceitos e ferramentas destas duas áreas.

Como proposta para continuidade deste trabalho tem-se a implementação da

arquitetura apresentada, conforme elementos, processos e princípios apontados no trabalho, com a utilização de ferramentas computacionais da área de Ciência da Computação e da área de Geoprocessamento, gerando efetivamente uma Biblioteca Digital Geográfica Distribuída que compartilhe de recursos informacionais distribuídos.

REFERÊNCIAS

- ABAD, F.; GARCÍA-CONSUEGRA, J.D.; MARTÍNEZ, A. *Una Introducción a las bibliotecas digitales geográficas*. Disponível em: <http://imhotep.unizar.es/jbidi/jbidi2000/16_2000.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2006.
- ALVARENGA, L. A teoria do conceito revisitada em conexão com ontologias e metadados no contexto das bibliotecas tradicionais e digitais. *DataGramaZero*, v.2, n.6, 21 p., dez. 2001. Disponível em: <http://www.dgz.org.br/dez01/Art_05.htm>. Acesso em: 25 jan. 2005.
- CÂMARA, G. Representação computacional de dados geográficos. In: CASANOVA, M. A. et al. *Banco de dados geográficos*. Curitiba: Mundogeo, 2005, p. 11-52.
- CASANOVA, M. A. et al. Integração e interoperabilidade entre fontes de dados geográficos. In: CASANOVA, M. A. et al. *Banco de dados geográficos*. Curitiba: Mundogeo, 2005, p. 315-352.
- FGDC (Federal Geographic Data Committee), 2001. Disponível em: <<http://www.fgdc.gov/metadata/metadata.html>>. Acesso em: 18 out. 2005.
- FONSECA, F.; EGENHOFER, M.; BORGES, K. Ontologias e interoperabilidade semântica entre SIGs. In: WORKSHOP BRASILEIRO EM GEOINFORMÁTICA

(GEOINFO), 2., São Paulo, 2000. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 2000. p.45-52.

GARDELS, K. Open GIS and On-Line Environmental Libraries. ACM SIGMOD Record. v. 26, p.32-38. 1997.

LAZZAROTTO, D. R. *O que são geotecnologias*. 2002. Disponível em: <<http://www.fatorgis.com.br/>>. Acesso em: 22 set. 2003.

OLIVEIRA, J.P.M.; LAMB, L.C. Um framework de apoio à colaboração no projeto distribuído de sistemas integrados. *Revista de Informática Teórica e Aplicada e as Tecnologias de Informação*, v. 8, n. 1, 2001.

OSSES, J.R.; PAIVA, J.A.C.; CÂMARA, G. Arquiteturas Cliente-Servidor para bibliotecas geográficas digitais. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON GEOINFORMATICS (GEOINFO), 2. 2000. Disponível em: <<http://www.geoinfo.info/geoinfo2000/papers/024.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2005.

PAYETTE, S. et al. Interoperability for digital objects and repositories. *D-Lib Magazine*, v. 5, n.5, 1999.

SENSO, J.A.; ROSA PIÑERO, A. de la. El concepto de metadato - algo más que descripción de recursos electrónicos. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 32, n.2, p.95-106, maio/ago. 2003.

SMITH, B.; MARK, D. Ontology e Geographic Kinds. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPATIAL DATA HANDLING. VANCOUVER, Canadá, 1998. p.308-320. Disponível em: <<http://www.geog.buffalo.edu/ncgia/i21/SDH98.html>>. Acesso em: 26 jan. 2006.

TAKAHASHI, T. (Org.). *Sociedade da Informação no Brasil: o livro verde*. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.

WEBER, E. et al. *Qualidade de dados geoespaciais*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1999. Disponível em: <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/artigos/Qualidade_dados.pdf>. Acesso em: 27 set. 2005.

Marcel Santos Silva

Analista de Sistemas da Fundação Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD). Bacharel em Análise de Sistemas (Centro Universitário de Lins). Especialista em Geoprocessamento (UFSCar). Mestre em Ciência da Informação (UNESP/Marília) marcelsantossilva@yahoo.com.br

Silvana Aparecida Borsetti Gregório Vidotti

Professora Assistente-Doutora do Departamento de Ciência da Informação (UNESP/Marília). Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação (UNESP/Marília). Licenciada em Matemática (UNESP). Especialista em Ciência da Computacional (USP). Mestre em Ciências - área de concentração - Ciências da Computação e Matemática Computacional (USP). Doutora em Educação (UNESP) vidotti@marilia.unesp.br

Title

The distributed geographical digital library: an architecture for the development

Abstract

The development of information and communication technologies applied to Geographical information has grown considerably and has made the increase of Geographical Information Systems more visible, mainly in governmental environments, which try to make geographical information available for an ever growing number of people. The aim of this work is to present an architecture with elements for the construction of a geographical digital library, using patterns and concepts of Information Science together with geoprocessing. The concepts of digital libraries and the patterns of metadata for geographical information will be presented, besides the geo-ontologies that contribute for a better organization and recovery of geographi-

cal information. Geographical Information Systems and the theory of Information Science focused mainly on the development of distributed geographical digital library were used. The proposal for the construction of the distributed geographical digital library is based on the principle of cooperation among systems and it considers the free access to geographical information, the interoperability facilitated by the standardization of the metadatas and geontologies. The architecture proposed for the development of distributed geographical digital libraries meets the requirements of representations of the information, ways of communication and collection protocols for metadatas and digital objects, making it possible thus to share collections of geographical information distributed at several Geographical Digital Libraries. The links between geoprocessing and Information Science are pointed out in regard to the structuring of geographical information environment that can be accessed through computers network.

Keywords

Geographical Digital Library, Geo-processing, Geographical Information Systems, Metadata, Geo-ontologies, Distributed Geographical Digital Library.

Título

Biblioteca digital geográfica distribuída: uma arquitetura para el desarrollo

Resumen

El desarrollo de tecnologías de información y comunicación aplicadas a las informaciones geográficas crece de forma considerable y da mayor visibilidad al aumento de Sistemas de Informaciones Geográficas, principalmente en ambientes gubernamentales que buscan hacer disponible la información geográfica a un número de personas cada vez mayor. El objetivo de este trabajo es presentar una arquitectura

con elementos para la construcción de una Biblioteca Digital Geográfica Distribuída, usando los padrones y los conceptos de la Ciencia de la Información junto al Geoprociamiento. Se presentarán los conceptos de bibliotecas digitales, los padrones de metadatos para informaciones geográficas, además de geontologías que contribuyen para mejor organización y recuperación de la información geográfica. Se utilizaron los SIGs y la teoría de la Ciencia de la Información, enfocados, en especial, en el desarrollo de Biblioteca Digital Geográfica Distribuída. La propuesta para la construcción de una Biblioteca Digital Geográfica Distribuída se basa en el principio de cooperación entre sistemas y considera el acceso libre a las informaciones geográficas, la interoperabilidad posibilitada por la estandarización de los metadatos y de las geo-ontologías. La arquitectura propuesta para el desarrollo de Bibliotecas Digitales Geográficas Distribuídas atiende a los requisitos de representación de la información, las formas de comunicación y el protocolo de recolección de metadatos y objetos digitales, permitiendo así, compartir los acervos informacionales geográficos distribuídos en diferentes Bibliotecas Digitales Geográficas. Se apuntan los eslabones entre el Geoprociamiento y la Ciencia de la Información en relación con la estructuración de ambientes de informaciones geográficas a los que se puede acceder vía red de computadores.

Palabras Clave

Biblioteca Digital Geográfica, Geoprociamiento, Sistema de Información Geográfica, Metadatos, Geo-ontologías, Biblioteca Digital Geográfica Distribuída.

Recebido em: 13.09.2007

Aceito em: 03.12.2007
