


ARQUITETURA PARA INTEGRAÇÃO DE BIBLIOTECAS DIGITAIS GEOGRÁFICAS POR MEIO DE MECANISMOS DE GEOPROCESSAMENTO E A CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO


Architecture for the integration of geographic digital libraries through geoprocessing mechanisms in the context of information science

Marcel Santos SILVA

Mestre em Ciência da Informação
Faculdade de Tecnologia Prof. Antonio Seabra, Lins, Brasil
marcel.silva9@fatec.sp.gov.br
<https://orcid.org/0000-0002-4216-0374> 

Silvana Aparecida Borsetti Gregorio VIDOTTI

Doutora em Ciência da Informação
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP,
Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação - PPGCI, Marília, Brasil
silvana.vidotti@unesp.br
<https://orcid.org/0000-0001-6645-4695> 

A lista completa com informações dos autores está no final do artigo 

RESUMO

Objetivo: Construir uma arquitetura conceitual, com elementos para a criação de uma Biblioteca Digital Geográfica, utilizando os padrões e os conceitos da Ciência da Informação em conjunto com o Geoprocessamento.

Método: Por meio de um estudo teórico, exploratório e bibliográfico nas áreas de Ciência da Informação e Geoprocessamento, foi possível desenvolver um modelo conceitual de arquitetura para a Biblioteca Digital Geográfica. A proposta foi estruturada em três camadas: a Cliente, responsável pelo processo de visualização; a Aplicação, que possui os processos de gerenciamento e análise; e a camada de dados, que contempla os serviços Web de dados, com foco na recuperação de metadados, via protocolo PMH (Protocol Metadata Harvesting).

Resultado: A arquitetura conceitual criada atendeu os requisitos de representação da informação, as formas de comunicação com o protocolo de coleta de metadados e objetos digitais, possibilitando assim, o compartilhamento dos acervos informacionais geográficos distribuídos em diferentes Bibliotecas Digitais Geográficas ao redor do mundo. Os elementos informacionais enfocados no Geoprocessamento e as formas de representação temática e descritiva, de organização e recuperação de informação da Ciência da Informação confirmou-se o potencial de utilização recíproca e compartilhada de conceitos e ferramentas destas duas áreas.

Conclusões: Os principais aspectos da pesquisa foram: 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 proporciona a recuperação de informação precisa, juntamente com o editor de geo-ontologia único para todas as bibliotecas participantes.

PALAVRAS-CHAVE: Biblioteca Digital Geográfica. Geoprocessamento. Sistema de Informação Geográfica. SIG. Metadados. Geo-ontologias.

ABSTRACT

Objective: Build a conceptual architecture, with elements for the creation of a Digital Geographic Library, using the patterns and concepts of Information Science in conjunction with Geoprocessing.

Methods: Through a theoretical, exploratory and bibliographic study in the areas of Information Science and Geoprocessing, it was possible to develop a conceptual model of architecture for the Digital Geographic Library. The

proposal was structured in three layers: the Client, responsible for the visualization process; the Application, which has the management and analysis processes; and the data layer, which includes Web data services, focused on the recovery of metadata, via the PMH protocol (Protocol Metadata Harvesting).

Results: The conceptual architecture created met the information representation requirements, the forms of communication with the metadata and digital objects collection protocol, thus enabling the sharing of geographic information collections distributed in different Geographic Digital Libraries around the world. The informational elements focused on Geoprocessing and the thematic and descriptive forms of organization and information retrieval of Information Science confirmed the potential for reciprocal and shared use of concepts and tools from these two areas.

Conclusions: The main aspects of the research were: with the implementation of the three layers and four processes, it is possible to use geographic information systems and user interface applications to facilitate the process of sharing and retrieving information. Using the manager and the metadata standard provides accurate information retrieval, along with the unique geo-ontology editor for all participating libraries.

KEYWORDS: Digital Geographic Library. Geoprocessing. Geographic Information System. GIS. Metadata. Geo-ontology.

1 INTRODUÇÃO

Com o crescente desenvolvimento de tecnologias de informação e comunicação aplicadas às geolocalização, pode-se perceber um aumento significativo de sistemas de informações geográficas, especialmente, em ambientes governamentais que objetivam tornar as ferramentas de localização espacial acessíveis 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.

Na presente pesquisa, objetivando apresentar uma arquitetura para Bibliotecas Digitais Geográficas, estudaram-se os conceitos e as tecnologias relacionadas ao Geoprocessamento e as formas de organização, armazenamento e recuperação de informações com foco na área de Ciência da Informação, em especial, para o desenvolvimento de bibliotecas digitais.

O referido trabalho se justifica pela necessidade de apontar 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, em especial via *Web*.

Espera-se com isso, contribuir para o aperfeiçoamento das metodologias e técnicas de desenvolvimento de Biblioteca Digital Geográfica – uma especialização da biblioteca digital, permitindo a representação, a manipulação, a análise e a exibição de

informação georreferenciada em diferentes níveis, desde uma escala local (área urbana) até uma escala mundial (gestão das condições climáticas), e em diferentes provedores de dados. Para isso, utilizaram-se os padrões e as estruturas convencionalmente sedimentados na comunidade de geoprocessamento, com aprofundamento das suas características e de diferentes técnicas.

Esta pesquisa propõe uma arquitetura conceitual que possibilita dentro de 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 de metadados no padrão ISO, da família 19100 (ISO 19115-1, 2014).

Por meio de um estudo teórico, exploratório e bibliográfico nas áreas de Ciência da Informação e Geoprocessamento, foi possível desenvolver um modelo conceitual de arquitetura para a Biblioteca Digital Geográfica. A proposta foi estruturada em três camadas: a Cliente, responsável pelo processo de visualização; a Aplicação, que possui os processos de gerenciamento e análise; e a camada de dados, que contempla os serviços Web de dados, com foco na recuperação de metadados, via protocolo PMH (*Protocol Metadata Harvesting*).

2 GEOPROCESSAMENTO E BIBLIOTECAS DIGITAIS GEOGRÁFICAS

O geoprocessamento está relacionado com o processamento de dados georreferenciados, possuindo referência de localização, enquanto um SIG processa dados gráficos e não gráficos com ênfase nas análises espaciais e nas modelagens de superfícies, por exemplo.

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

O SIG é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. A principal diferença de um SIG para um sistema de informação convencional é sua capacidade de integração dos atributos descritivos e suas respectivas geometrias (CÂMARA, 2005).

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.

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, ideias, imagens e sons, disponíveis a um contingente ilimitado de pessoas, dispersas onde quer que a plataforma *www* alcance.

Abad *et al.* (2000) afirmam que as bibliotecas digitais devem suportar quatro 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. Há iniciativas para a construção de Bibliotecas Digitais Geográficas que podem ser localizadas na *Word Wide Web*, como, “*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 conceitual, apresentam-se as formas de representação da informação, estudo sobre metadados, ontologias e interoperabilidade em ambientes de informações geográficas.

3 PADRONIZAÇÃO DOS DADOS

3.1 Metadados

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 linguagens 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) 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 SIG's. Por isso, sua utilização é muito importante para a descrição de características dos dados armazenados em tais 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 Anonymus FTP Archives (IAFA) Templates*, *Machine-Readable Cataloging (MARC)*, *Text Encoding Initiative (TEI) Headers*, *Encoded Archival Description (EAD)*, *Computer Interchange of Museum Information (CIMI)*, *Governmente 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, dentre os citados anteriormente, alguns são utilizados na estruturação de metadados de informações geográficas, assunto que é objeto de estudo da presente pesquisa.

De acordo com o *Federal Geographic Data Committee* (FGDC, 2019), 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 por muito tempo foi 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 dado geoespacial, 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 por meio de uma fonte externa.

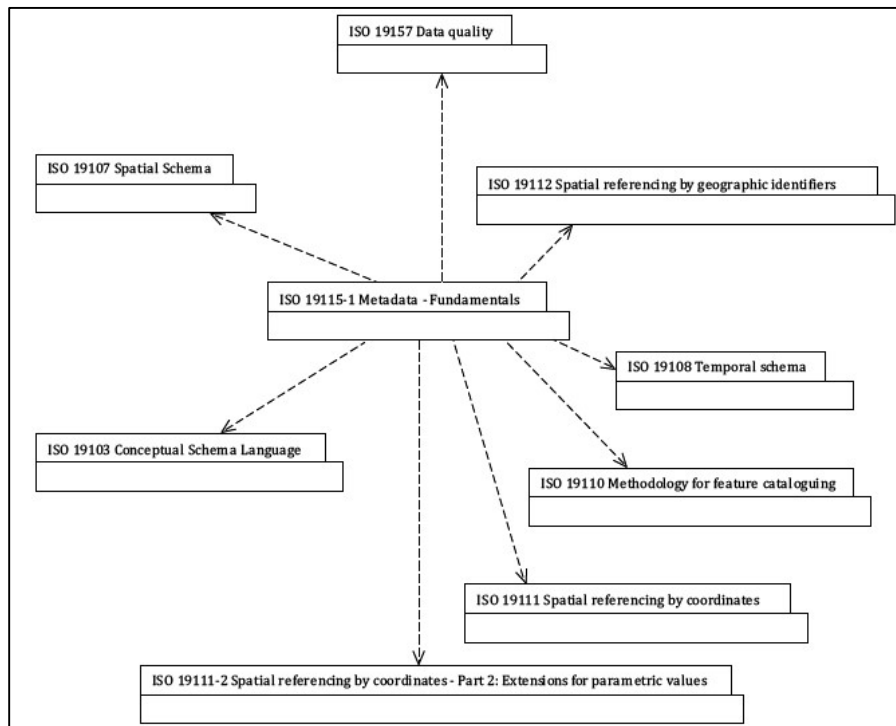
Porém, após a publicação dos padrões ISO da família 19100, a sugestão da FGDC é que os órgãos façam uma transição do CSDGM para esse novo padrão. Essa família trata especificamente de dados espaciais, possuindo normativas ligadas a qualidade da informação espacial, estruturadas da seguinte forma:

- ISO 19115: metadados geográficos;
- ISO 19122: qualificação e certificação de pessoal;
- ISO 19127: códigos e parâmetros geodésicos;
- ISO 19131: especificação do produto dos dados geográficos;
- ISO 19139: Metadados – Implementação do esquema XML;
- ISO 19157: Qualidade de dados.

A principal Norma é a BS ISO 19115, composta de três partes e demais dependências, conforme apresentada pela figura 1.

- ***Geographic Information – Metadata***
 - Parte 01: Fundamentos (Revisão 2014);
 - Parte 02: Extensões para aquisição e processamento (Revisão 2019);
 - Parte 03: Implementação do Esquema XML para conceitos fundamentais (Revisão 2016).

Figura 1 – Pacote e dependências dos fundamentos de metadados



Fonte: BS ISO 19115-1 (2014).

A série de padrão de informações geográficas ISO é definida e mantida em um único modelo UML integrado. Os fundamentos de metadados são definidos e fornecidos por um ou mais pacotes; cada pacote fornece um componente separado das informações de metadados. Há treze pacotes para definir e fornecer os metadados definidos na ISO 19115, sendo informações sobre: metadados, identificação, restrições, linhagem, conteúdo, distribuição, sistema de referência, representação espacial, Retratos de catálogo, aplicativo de metadados, esquema de aplicativos, extensão de metadados e metadados de serviço. Os pacotes adicionais são adicionados ao fornecer metadados suplementares.

3.2 Geo-Ontologia

Há uma grande preocupação no sentido de se criar padrões para uma melhor organização das informações disponíveis em todo o mundo. As diferenças de entendimento 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 como 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),

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).

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.

De acordo com Tambassi (2017), a ontologia geográfica inclui o exame das ferramentas teóricas necessárias para o desenvolvimento de uma teoria formal da representação espacial (compreendendo a modalidade pela qual um sistema cognitivo representa o mundo espacial e sua estrutura), com especial referência aos fenômenos espaciais em escala geográfica (na qual as considerações ontológicas e empíricas estão estritamente conectadas).

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 e MARK, 1998) (FONSECA *et al.*, 2003). O primeiro é chamado de conceitos físicos, e o segundo, de conceitos sociais.

Câmara (2005) 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 indivíduos *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.

Para Ling *et al* (2006) a geo-ontologia pode ser vista como um método de representação do conhecimento por meio de um formalismo declarativo, em que objetos e fenômenos geográficos têm relações descritíveis entre eles. Por meio de vocabulário aceito pela comunidade científica, a representação taxonômica de esquemas de classificação como temporal, espacial etc., a ontologia fornece uma estrutura organizacional para classificar dados que podem ser descobertos por computadores.

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).

3.3 Interoperabilidade em ambientes de informações geográficas

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.

Para Tolk, Diallo e Turnitsa (2007), no contexto dos sistemas de informação, a troca de informações entre usuários ocorre frequentemente em ambientes heterogêneos. A interoperabilidade é, portanto, o principal requisito para apoiar atividades nesses ambientes de maneira eficiente e eficaz. Diferentes tipos de interoperabilidade podem ser necessários para a comunicação entre aplicativos distribuídos, tais como: sintática (ou técnica), semântica, pragmática e organizacional.

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.

Essa proposta está alicerçada nas premissas da Arquitetura da Informação que, conforme Morville e Rosenfeld (2015), é composta por Sistema de organização, de navegação, de rotulagem, de busca; e Sistemas de Representação por metadados, vocabulário controlado, com o objetivo de criar estruturas digitais. Tais estruturas precedem as organizações: representacional, descritiva, temática, visual e navegacional de informações, alinhadas com o conteúdo, o contexto e o usuário, com metas bem definidas, dimensionando e direcionando os serviços e produtos informacionais aos usuários.

De acordo com Vidotti *et al.* (2019), a teoria sistêmica da Arquitetura da Informação se divide em quatro sistemas: organização, rotulagem, busca e navegação, no entanto acrescentam o sistema de representação. Este último possui a responsabilidade de auxiliar nos processos de recuperação da informação, organização, navegação, busca e demais atividades realizadas em um ambiente digital, ao disponibilizar estruturas como metadados, vocabulários controlados e ontologias.

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

4 ARQUITETURA DE UMA BIBLIOTECA DIGITAL GEOGRÁFICA

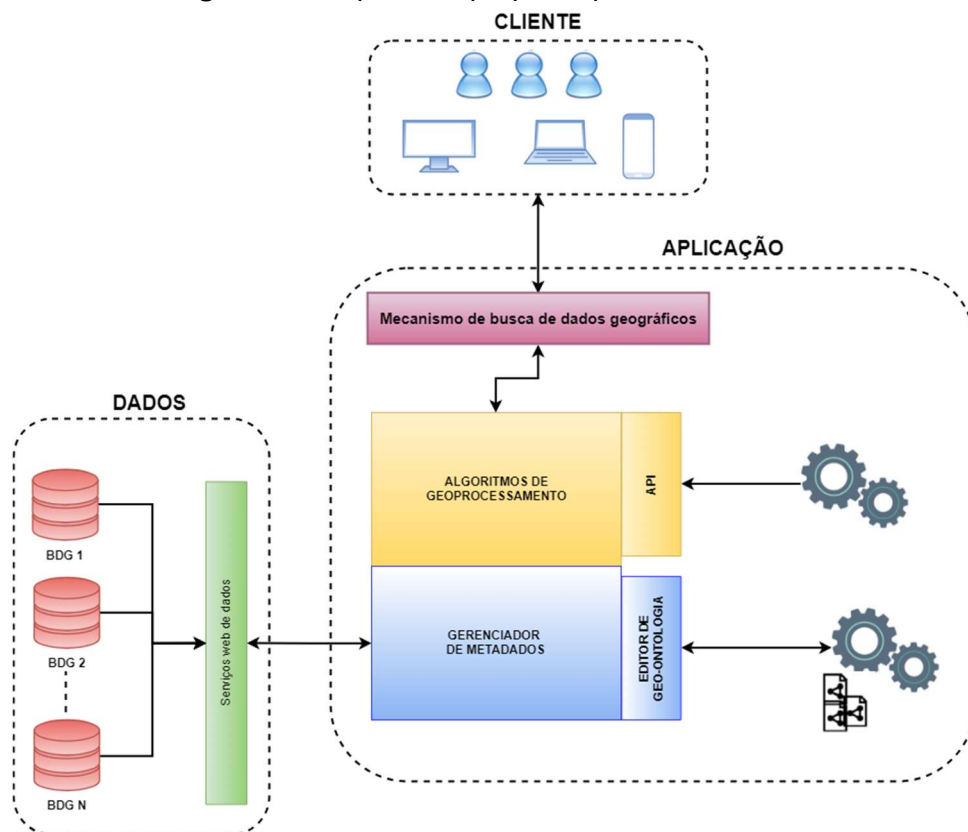
Existem diversas arquiteturas propostas para o desenvolvimento de uma Biblioteca Digital Geográfica, conforme afirmam Osses *et al.* (2000, p.1):

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 ela apresenta características relevantes e por operar no ambiente da Internet.

Apresenta-se a seguir a arquitetura proposta para o desenvolvimento de uma Biblioteca Digital Geográfica (BDG), mostrada na Figura 2.

Figura 2 – Arquitetura proposta para BDG



Fonte: Elaborada pelos Autores (2019).

A proposta de uma arquitetura para o desenvolvimento de uma Biblioteca Digital Geográfica 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 desejada. 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. 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 os Serviços Web 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. Vale destacar que a Biblioteca Digital vinculada ao consórcio pode utilizar a arquitetura proposta e se tornar uma Biblioteca Digital Geográfica, ou seja, para participar do compartilhamento de informações, a biblioteca interessada deverá incorporar as camadas e processos associados 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 possuem. A primeira é a camada Cliente.

4.1 Camada Cliente

Conforme comentado anteriormente, a camada Cliente 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 utilização do mecanismo de busca de dados geográficos 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 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.

4.2 Camada Aplicação

Na camada Aplicação encontra-se o processo de Gerenciamento, ativado com a solicitação de busca de informação. Neste momento, o SIG 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 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 ISO 19115.

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 s em diferentes computadores/servidores, conforme detalhamento a seguir.

4.3 Camada Dados

A terceira camada, denominada Dados, é considerada uma das mais importantes do modelo. 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 informacionais apresentadas pelo usuário no início da consulta, o Gerenciador de Acesso ao Serviço de dados 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 entre outros, que será exibido 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 tracejada; 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 preta tracejada. 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.

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 definido pela ISO 19115-1, 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 geontologia e do padrão de metadados ISO 19115-1:2014.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

Foram apresentados os conceitos de SIG, 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.

A proposta da arquitetura de uma Biblioteca Digital Geográfica 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 geontologia. 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 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 e que utilizam ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG's).

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, porém não deixa de possuir uma complexidade que está diretamente relacionada à abrangência onde ela é aplicada.

Conforme já mencionado, 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 ISO 19115-1:2014 e uma geo-ontologia única para as Bibliotecas Digitais Geográficas 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-ontologia para o refinamento dos critérios de busca de informação. Assim, a arquitetura proposta neste trabalho contempla a utilização do padrão ISO 19115-1:2014 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 SIG, 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 que compartilhe de recursos informacionais distribuídos.

REFERÊNCIAS

ABAD, F.; GARCÍA-CONSUEGRA, J.D.; MARTÍNEZ, A. Una Introducción a las bibliotecas digitales geográficas. JBIDI: Primeras Jornadas de bibliotecas digitales, nov. 2000.

ALVARENGA, L. A teoria do conceito revisitada em conexão com ontologias e metadados no contexto das bibliotecas tradicionais e digitais. DataGramZero, v.2, n.6, dez. 2001. Disponível em: http://www.dgz.org.br/dez01/Art_05.htm. Acesso em: 15 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), 2019. Disponível em: <https://www.fgdc.gov/metadata>. Acesso em: 25 jul. 2019.

FONSECA, F.; EGENHOFER, M.; BORGES, K. Ontologias e interoperabilidade semântica entre SIGs. In: WORKSHOP BRASILEIRO EM GEOINFORMÁTICA (GEOINFO), 2., São Paulo, 2000. 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. doi: <https://doi.org/10.1145/248603.248610>

- ISO 19115-1:2014. Geographic information - Metadata - Part 1: Fundamentals.
- ISO 19115-2:2019. Geographic information - Metadata - Part 2: Extensions for acquisition and processing.
- ISO/TS 19115-3:2016. Geographic information - Metadata - Part 3: XML schema implementation for fundamental concepts.
- LING, J.; JIANYA, G.; BIN, L.; MIN, M. GeoReferencing the Semantic Web Based on Geontology. IEEE International Symposium on Geoscience and Remote Sensing, Denver, CO, 2006, pp. 1545-1548, doi: 10.1109/IGARSS.2006.398.
- 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/proceedings_geoinfo2000.split/paper9.pdf. Acesso em: 25 jul. 2019.
- PAYETTE, S.; BLANCHI, C.; LAGOZE, C.; OVERLY, E.A. Interoperability for digital objects and repositories. D-Lib Magazine, v. 5, n.5, 1999. ISSN 1082-9873. Disponível em: <http://www.dlib.org/dlib/may99/payette/05payette.html>. Acesso em: 10 jun. 2020.
- ROSENFELD, L; MORVILLE, P; ARANGO, J. Information architecture: For the Web and beyond. Canadá: O'Reilly Media, 2015.
- SENSO, J.A.; ROSA PIÑERO, A. de la. El concepto de metadato - algo más que descripción de recursos electrónicos. Revista Ciência da Informação, Brasília, v. 32, n.2, p.95-106, 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.dpi.inpe.br/gilberto/references/SmithMark_SDH1998.pdf. Acesso em: 15 jul. 2019.
- TAKAHASHI, T. (Org.). Sociedade da informação no Brasil. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.
- TAMBASSI, T. A Geographical taxonomy for geo-ontologies. Axiomathes 27, 355–374 (2017). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10516-016-9309-z>. Acesso em: 23 jun. 2020.
- TOLK, A. D., DIALLO, S. Y., TURNITSA, C. D. Applying the Levels of Conceptual Interoperability Model in Support of Integrability, Interoperability, and Composability for Systems of Systems Engineering. Systemics, Cybernetics and Informatics, v. 5, no. 5, 2007.

VIDOTTI, S. A. B. G. et al. Web, Web Semântica e Web Pragmática: um posicionamento da Arquitetura da Informação. Informação & Sociedade, João Pessoa, v. 29, n. 1, 2019.

WEBER, E.; ANZOLCH, R.; LISBOA FILHO, J.; COSTA, A.C.; IOCHPE, C. Qualidade de dados geoespaciais. UFRGS. 1999. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317385706_Qualidade_de_Dados_Geoespaciais Acesso em: 23 jul. 2019.

Notas

Concepção e elaboração do manuscrito: M. S. Silva, S. A. B. G. Vidotti

Coleta de dados: M. S. Silva, S. A. B. G. Vidotti

Análise de dados: M. S. Silva, S. A. B. G. Vidotti

Discussão dos resultados: M. S. Silva, S. A. B. G. Vidotti

Revisão e aprovação: S. A. B. G. Vidotti

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

- 1) Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Os autores cedem à **Encontros Bibli** os direitos exclusivos de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a [Licença Creative Commons Attribution](#) (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação. Publicação no [Portal de Periódicos UFSC](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

EDITORES

Enrique Muriel-Torrado, Edgar Bisset Alvarez, Camila Barros.

HISTÓRICO

Recebido em: 22/12/2019 – Aprovado em: 08/07/2020 - Publicado em: 04/09/2020