PADRÕES PARA METADADOS GEOGRÁFICOS DIGITAIS: MODELO ISO 19115:2003 E MODELO FGDC

Standard for Digital Geospatial Metadata: Pattern ISO 19115:2003 and FGDC Pattern

Bruno Rodrigues do Prado[1]
Ericson Hideki Hayakawa[2]
Thiago de Castilho Bertani[3]
Gustavo Bayma Siqueira da Silva[4]
Gabriel Pereira[5]
Yosio Edemir Shimabukuro[6]

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Divisão de Sensoriamento Remoto - DSR
Caixa Postal 515 - 12245-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
[1]prado@dsr.inpe.br
[2]ericson@dsr.inpe.br
[3]thiagob@dsr.inpe.br
[4]bayma@dsr.inpe.br
[5]gabriel@dsr.inpe.br
[6]yosio@dsr.inpe.br

RESUMO

Metadados geográficos são um conjunto de informações que descrevem os dados geográficos. Os arquivos de metadados são utilizados para a identificação da informação geográfica, sua distribuição e auxilio na avaliação de sua qualidade. O presente trabalho compara o padrão de metadados geográficos ISO 19115:2003 (International Organization of Standards) com o padrão do Comitê Americano de Informação Geográfica (FGDC), padrões amplamente utilizados para a elaboração de metadados geográficos. São exemplificados o uso dos padrões e a implementação de metadados. No Brasil não existe um padrão pré-determinado para os metadados geográficos, dificultando a interoperacionalidade entre diferentes Sistemas de Informação Geográfica (SIG). A adoção de um padrão facilitaria o processo de conversão de dados espaciais entre diferentes bases e entre diferentes formatos.

Palavras chaves: Dados Geográficos Digitais, Metadados Geográficos, ISO 19115:2003, FGDC, Padrões.

ABSTRACT

Geographic metadata is a file of information used to describe geographic contents of datasets. The geographic metadata records are used to document the geographic information related to digital resources, such as geospatial databases and raster digital data down to individual files through core library catalog elements. Also, they can help to assess the data quality and distribution. This paper compares two standards of geographic information metadata: the ISO 19115:2003 (International Organization of Standards) and the standard of the U.S. Federal Geographic Data Committee (FGDC). These standards used to create geographic metadata can illustrate the whole of metadata implementation. Moreover, since Brazil do not have a standard for geographic metadata, evaluation of these standards could help identifying a minimum set of elements necessary to allow the interoperability between distinct digital geographic data and improve the assembly or adoption of a standard for existing and future data.

Keywords: Digital Geographic Data, Geospatial Metadata, ISO 19115:2003, FGDC, Standard.

1. INTRODUÇÃO

A informação geográfica é subsídio fundamental para o conhecimento e gestão do espaço geográfico. Atualmente, é possível observar uma crescente tendência na produção e divulgação de dados geográficos fortemente impulsionada pela popularização dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e pela possibilidade de divulgação dos dados geográficos digitais através da Internet. Nesse sentido, a capacidade de criação, manutenção e utilização da informação geográfica em meio digital modificou consideravelmente a disponibilidade e a variedade de dados, gerando uma convergência de crescimento à medida que evoluem as tecnologias relacionadas à informática.

Os dados geográficos digitais são representações parciais do mundo real no computador (LEME, 2006). Essas representações da realidade devem estar vinculadas ao espaço geográfico, mediante suas respectivas coordenadas geográficas. Como representações parciais da realidade, os dados geográficos digitais contêm uma série de aproximações e simplificações, o que acarretam limitações inerentes a sua concepção. Imagens de satélite, modelos digitais de elevação do terreno e mapas digitais são exemplos de dados geográficos digitais.

Elaborados para uma série de utilidades, em sua maioria os dados geográficos digitais são produzidos e disponibilizados em ambientes corporativos, e posteriormente são destinados a terceiros. Dessa forma, comumente são utilizados por usuários que não acompanharam o processo de produção e não dispõem do conjunto de características que descrevem corretamente essas informações.

Metadados geográficos são um conjunto de informações que descrevem os próprios dados geográficos. Por se constituírem de um conjunto padronizado de informações, a adoção de metadados geográficos permite a descrição e a correta relação da informação gerada. Como uma descrição ou referencial da informação pertinente a um conjunto de dados, os metadados permitem ao usuário a determinação prévia do interesse ou utilidade do mesmo. Ademais, proporcionam ao usuário documentar procedimentos, modificações e implicações sobre a qualidade desse conjunto de dados. De acordo com o Federal Geographic Data Committee - FGDC (2000), os metadados são dados sobre os dados, e descrevem o conteúdo, o histórico, a localização e uma série de outras características relacionadas ao dado. Informações como o título do dado, os temas abrangidos, a acurácia da informação, o sistema de coordenadas, e a projeção cartográfica são exemplos de metadados. Cabe lembrar que os metadados não armazenam o dado geográfico em si, mas podem possuir referências para a localização do mesmo.

Auxiliar a interoperabilidade de dados geográficos é outra utilidade dos metadados, pois estruturam a descrição apropriada da informação geográfica. Os metadados geográficos ainda proporcionam a possibilidade de se pesquisar a informação geográfica para um determinado objetivo através de ambientes SIG, integrando assim os metadados à própria informação geográfica. De acordo com Lima (2002), a adoção de metadados geográficos é ainda justificada por permitir a identificação das fontes geradoras da informação, de suas possíveis atualizações e de auxiliar a criação de interfaces de consulta e recuperação em bancos de dados.

2. METADADOS GEOGRÁFICOS

Os metadados geográficos surgem com o desenvolvimento dos mapas digitais, produzidos pela cartografia digital e pela manipulação da informação geográfica através dos SIGs. Em mapas impressos, o sistema de referência, número da folha, data e responsável pela publicação são exemplos do que hoje se define como metadados, os quais eram anexados diretamente ao material impresso (SILVA, 2007). Com a manipulação do dado geográfico em formato digital, não foi possível manter esse conjunto de informações marginais ao documento, exigindo o desenvolvimento de outra metodologia que permitisse a documentação dos dados.

Como os dados geográficos estão disponíveis a um número cada vez maior de usuários é fundamental que a comunidade que faz uso da informação geográfica se preocupe em saber a origem, qualidade e aplicabilidade dessa informação. Nesse sentido, os metadados dão suporte aos técnicos, às organizações e ao usuário. Maior eficiência na gestão da informação, manutenção da integridade do dado entre diferentes usuários e identificação da informação empregada são outros aspectos positivos da adoção de metadados geográficos.

As aplicações de metadados podem ser classificadas em três principais grupos: a) transferência de dados; b) acesso e disponibilização; e c) interoperabilidade de sistemas (WEBER *et al*., 1999). A transferência de dados envolve ações relacionadas à disponibilidade, adequação e acesso aos dados, e está condicionada a um *software* de conversão. Os metadados utilizados para transferência constituem o conjunto de informações necessárias para processar e utilizar um determinado conjunto de dados. Caso haja transferência de dados entre diferentes sistemas, a estrutura dos dados e dos metadados não deve ser modificada, cabendo aos metadados identificar as características que podem ser realocadas e o modo como isto pode ser realizado.

O grupo de metadados relacionados ao acesso e a disponibilização são utilizados para a obtenção de um conjunto de dados definido pelo usuário. Este conjunto de metadados permite a realização de pesquisas sobre as características e os conteúdos dos dados, sem acesso

direto aos dados de referência. Com essa funcionalidade os metadados permitem um conhecimento mais amplo sobre a estrutura da informação que se pretende utilizar, auxiliando na escolha sobre qual grupo de dado será empregado.

A interoperabilidade refere-se ao uso de informações residentes em determinado sistema em outro sistema. Os metadados geográficos, aplicados para garantir a interoperabilidade, avaliam se a estrutura dos dados de uma origem é compatível com um segundo formato, bem como se os modelos são ajustáveis com a necessidade de descrição da informação. Reconhecer as tecnologias necessárias para a transferência da informação e avaliar se os dados são utilizáveis, são outras funções atribuídas a esses metadados.

2.1 Padrões de metadados geográficos

Padrão de metadados geográficos é um conjunto de normatizações que permitem a descrição textual do dado geográfico de forma previamente estabelecida. A criação de padrões internacionais para a elaboração dos metadados é necessária para que se viabilize o compartilhamento efetivo dos dados (LEME, 2006).

Várias são as propostas para padrões de metadados geográficos. De acordo com Weber *et al*. (1999), as principais são: i) o padrão canadense Spatial Archive and Interchange Format (SAIF); ii) padrão australiano proposto pelo Australia New Zealand Land Information Council (ANZLIC); iii) padrão americano do United States Federal Geographic Data Comitte (FGDC); iv) padrão internacional da International Organization of Standards (ISO).

As estruturas mais amplamente adotadas são as definidas pelo FGDC e pela ISO. As duas instituições estabeleceram padrões internacionais de metadados geográficos que atendem as necessidades de usuários diversificados, abrangendo a variabilidade da informação geográfica. Entretanto, existe uma série de diferenças estruturais e conceituais entre os padrões FGDC e ISO.

2.2 *Federal Geographic Data Committee*

O Federal Geographic Data Committee (FGDC) é um comitê norte americano que coordena o compartilhamento e os padrões dos dados geográficos nos Estados Unidos. O FGDC elaborou a norma Content Standard for Digital Geospatial Metadata (CSDGM/1998), onde é estabelecido um conjunto de terminologias, definições e estrutura de armazenamento aplicado a documentação de dados geográficos digitais. Atualmente a norma se encontra em sua segunda versão, e está disponível para livre consulta (FGDC, 2008).

O padrão apresentado pelo CSDGM/1998 descreve o conteúdo necessário para a elaboração de metadados de um ou mais dados geográficos digitais, providenciando uma estrutura para descrever a informação geográfica. É possível armazenar o nome dos elementos e as respectivas definições, organizados por classes, em uma arquitetura estruturada na qual existe definições e procedimentos relacionados a cada extensão. A norma disponibiliza campos de preenchimento imprescindível, obrigatório em determinadas situações ou opcionais (ficando a critério do elaborador do dado geográfico). Esta apresenta também um conjunto de terminologias e definições para a documentação dos metadados gerados (FGDC, 2000).

O padrão FGDC é organizado em 11 seções, numeradas entre "0" e "10". Cada seção é composta por subseções contendo campos que devem ser preenchidos de acordo com as especificidades dos dados descritos. A seção inicial (Metadata) é a primeira parte da norma a ser contemplada. As seções 1 (Identification) a 7 (Metadata Reference) são consideradas principais, e estão acompanhadas das seções 8 (Citation), 9 (Time Period) e 10 (Contact). Estas últimas são partes auxiliares que promovem a definição das citações, datas e contatos diversos acerca dos dados (Fig. 1).

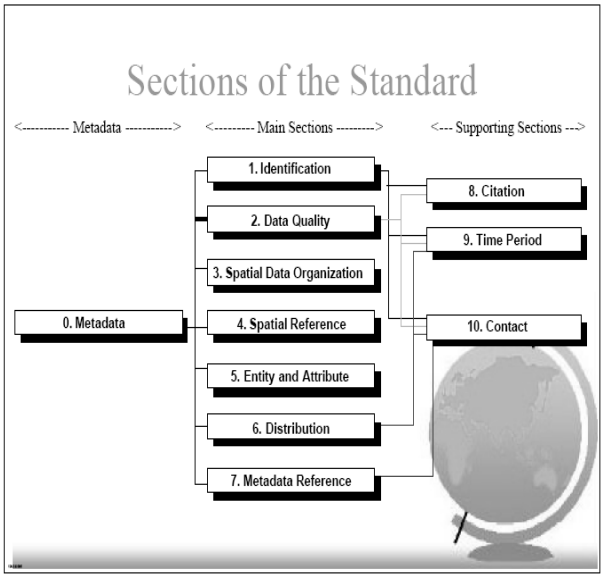

Fig. 1 - Estrutura de metadados geográficos do padrão FGDC. Norma CSDGM/1998 (Fonte: FGDC, 2000).

O padrão de metadados geográficos (CSDGM/1998 - FGDC) contempla:

✓ *Seção 1 (Identification)* - Fornece informações básicas sobre o conjunto de dados, tais como o título do dado digital, a área geográfica de abrangência, os temas inclusos e resumo sobre os dados.

✓ *Seção 2 (Data Quality)* - Disponibiliza uma avaliação sobre a qualidade do conjunto de dados. Informa as fontes do dado, precisão de posição e de atributos, integridade, métodos utilizados na produção dos dados, etc.

✓ *Seção 3 (Spatial Data Organization)* - Relaciona o modelo de dado espacial utilizado para decodificar o dado geográfico. Inclui os processos de representação das posições espaciais.

✓ *Seção 4 (Spatial Reference)* - Descreve a rede de referência e a sistemática de coordenadas do conjunto de dados. É relacionado o sistema de coordenadas, a projeção do mapa e o sistema de grade utilizado.

✓ *Seção 5 (Entity and Attribute)* - Abrange informações sobre o conjunto de dados, incluindo as entidades e respectivos atributos.

✓ *Seção 6 (Distribution)* - Reporta informações relacionadas à circulação dos dados, descrevendo o órgão responsável pela distribuição, mídias de armazenamento do dado, possibilidade de obtenção online, preço (caso o dado não seja livre), etc.

✓ *Seção 7 (Metadata Reference)* - Seção responsável por informações sobre a atualização dos metadados. Inclui os criadores dos dados e possíveis modificações periódicas sobre o dado original.

✓ *Seção 8* (*Citation*) - Tornam disponíveis informações como a data de publicação do dado, sua versão e outras informações relativas à publicação.

✓ *Seção 9 (Time Period)* - Promove informações sobre o tempo despendido no processo de elaboração do dado digital.

✓ *Seção 10 (Contact)* - Referência para contato com o técnico ou a organização associada à elaboração do dado e responsável por sua divulgação.

O FGDC recomenda que todas as agências federais norte americanas utilizem o padrão de metadados desenvolvido pela organização para documentar seus dados geográficos digitais, disponibilizando livremente esse conjunto de metadados através do National Geospatial Data Clearinghouse (NGDC). O NGDC é um sistema descentralizado que contém uma série de metadados sobre dados geográficos produzidos em diferentes esferas. Esse serviço dispõe de uma coletânea com mais de 250 servidores de metadados de informação geográfica digital que pode ser utilizada em ambiente SIG e em sistemas de processamentos de imagens (NGDC, 2008).

O NGDC utiliza uma estrutura de repositório virtual que auxilia usuários na busca por dados espaciais através de pesquisas sobre conjuntos de metadados distintos estruturados no padrão FGDC pelo órgão produtor do dado. O objetivo principal desse serviço Clearinghouse não é o de centralizar os dados geográficos, mas indicar onde a informação está sendo produzida, se os dados atendem as necessidades estabelecidas e como podem ser acessados. Esta iniciativa facilita a procura e a disponibilização de informações geográficas digitais pelo usuário e evita redundância na produção do dado. Porém, o padrão de metadados geográficos do FGDC apresenta alguns aspectos negativos. A norma promove excessiva ênfase na descrição do processo de construção do dado geográfico e requisita o preenchimento de uma grande quantidade de campos, sendo alguns deles de utilidade questionável. De acordo com Lima (2002), o padrão FGDC não descreve apropriadamente a semântica da informação geográfica apresentada, com exceção dos tópicos relacionados às entidades e atributos, que podem auxiliar na definição do significado do dado.

2.3 International Organization for Standardization

A International Organization for Standardization (ISO) é uma organização internacional composta por representantes de empresas privadas e governos com o objetivo de estruturar e estabelecer padrões internacionais em diversos segmentos da sociedade. Os padrões elaborados pela ISO têm aceitação internacional e são apresentados na forma de normas e referências (ISO, 2008).

O trabalho elaborado pela ISO é realizado através de comitês técnicos. O Comitê ISO/TC211 (Geographic Information/Geomatic) foi o responsável pela concepção de um esquema de metadados para dados geográficos digitais, apresentando seus resultados na norma ISO 19115:2003. Esse documento apresenta um modelo de estrutura para a descrição da informação geográfica em formato digital (LEME, 2006).

Os elementos de metadados estão organizados por classes, estabelecendo um conjunto de termos, definições e procedimentos para as extensões de dados. A norma é composta por um conjunto de 326 elementos de metadados, organizados em 92 classes que caracterizam a informação, as aplicações e os serviços relacionados a informação geográfica (ISO, 2003). O esquema geral de metadados definido pela ISO é ilustrado na Fig. 2.

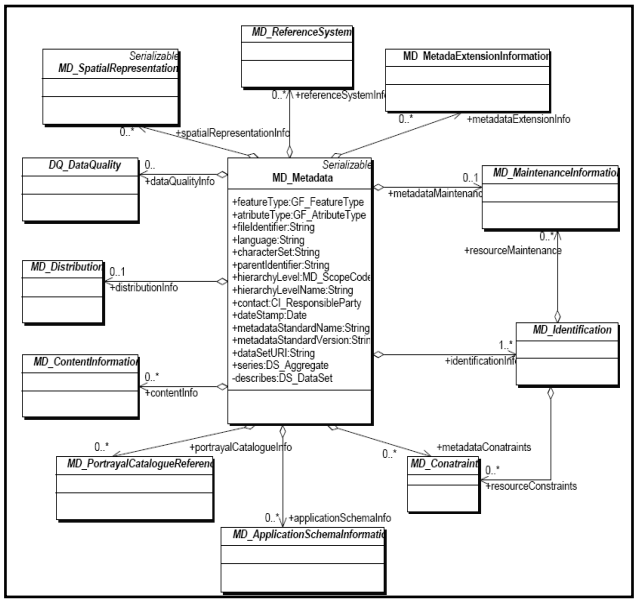

Fig. 2 - Esquema geral de metadados geográficos definido pela ISO 19115:2003 (Fonte: ISO, 2003).

As 92 classes que organizam a norma ISO 19115:2003 são definidas pelo agrupamento de diferentes elementos e cada elemento tem coerência dentro do contexto de metadados (ISO, 2003). As principais classes encontradas na norma e suas respectivas abrangências são:

✓ *Identificação* - Informação genérica sobre o dado geográfico digital ao qual se aplicam os metadados.

✓ *Sistema de Referência* - Descrição dos sistemas de referência espacial e temporal utilizados pelo dado.

✓ *Distribuição* - Informação sobre o distribuidor do dado e sobre as formas de obtenção.

✓ *Catálogo para Representação Gráfica* - Informação sobre o catálogo de regras de representação gráfica, como por exemplo, a legenda.

✓ *Restrições dos Metadados* - Indica as restrições de acesso e utilização dos metadados.

✓ *Esquema da Aplicação* - Informação sobre o esquema conceitual utilizado para a concepção do dado geográfico.

✓ *Representação Espacial* - Forma de representação digital da informação espacial.

✓ *Extensão da Norma de Metadados* - Informação descrevendo a extensão à norma de metadados.

✓ *Manutenção dos Metadados* - Frequência de atualização dos metadados e metodologia dessas atualizações.

✓ *Qualidade* - Avaliação geral da qualidade do dado.

Um dos aspectos negativos da norma elaborada pela ISO é sua complexidade. A norma ISO 19115:2003 é ampla e de difícil aplicação, pois foi elaborada com o objetivo de caracterizar qualquer tipo de informação geográfica. O relacionamento entre classes é confuso e algumas vezes determinadas classes acabam sendo compostas por outras. Ademais, diferente da norma desenvolvida pela FGDC, a ISO 19115:2003 não é disponibilizada gratuitamente.

3. ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE METADADOS GEOGRÁFICOS

A implementação de metadados geográficos é fundamental para a gestão e manutenção de dados geográficos em meio digital. Os custos e procedimentos que envolvem a construção e sustentação de um conjunto de metadados geográficos são inferiores aos custos dos impactos da não criação. Tal fato é observado em casos em que, por falta da implementação de metadados, a informação geográfica é perdida, existem dados redundantes em um mesmo projeto, há conflito de dados, impossibilidade de verificar o responsável pela criação do dado, incorreto emprego da informação geográfica ou quando existem decisões baseadas em dados mal documentados (FGDC, 2006).

Existem algumas especificidades na geração de metadados geográficos digitais para dados em formato vetorial ou em formato raster. Os arquivos descritos em formato raster (e.g. imagens de satélite), podem possuir categorias específicas de metadados, onde será necessário descrever a base raster (estrutura de malha e informação espaço-temporal), a linhagem de dados (histórico do processamento), o conjunto de dados (conjunto de dados disponíveis) e a descrição de atributos (propriedades e estrutura dos atributos). Os metadados produzidos para esses tipos de dados são geralmente grandes e utilizados em aplicações específicas (RIBEIRO; MATTOSO, 1996).

As informações em formato vetorial ou digitalizadas geralmente dispõem de menos metadados. A ausência de informação decorre da menor preocupação na qualidade do processo de produção e da diversidade de aplicações e usuários no qual estão inseridas (WEBER *et al*., 1999). É necessário que esse tipo de informação geográfica, que dispõe de inúmeras fontes de origem, busque níveis padronizados de qualidade e projeção espacial.

No processo de implementação de metadados geográficos questões relacionadas à capacitação e treinamento técnico de equipes, bem como suporte e limitações provenientes de *software* e *hardware* devem ser consideradas. Além disso, existe uma série de problemas relacionados à produção, padronização e manutenção dos metadados. Weber *et al*. (1999) agrupam essas questões nos seguintes tópicos:

✓ *Disponibilidade* - Atualmente apenas uma parte da informação geográfica digital está documentada através de metadados geográficos. Recuperar esse tipo de informação para dados digitais que não armazenaram esse histórico de elaboração é tarefa árdua.

✓ *Durabilidade* - O processo de disponibilização de dados e de metadados não é sempre o mesmo. É fundamental a definição de procedimentos que garantam uma efetiva atualização dos metadados frente aos seus respectivos dados.

✓ *Quantidade de dados* - O volume e a qualidade dos dados digitais produzidos é muito diversificado nas diferentes áreas do conhecimento. É possível encontrar muitos dados em algumas áreas e poucos em outras.

✓ *Volume de dados* - Quantidade e tamanho digital dos arquivos a serem elaborados. Eventualmente os arquivos de metadados gerados podem apresentar um volume maior do que os próprios dados digitais a qual se referem.

✓ *Interoperabilidade* - A garantia de compatibilidade entre sistemas distintos exige que se relacionem um grande número de informações.

✓ *Padronização* - A construção de metadados pressupõe a adoção de padrões e rotinas de processamento dessas informações.

✓ *Aspectos de qualidade* - Definição dos tipos de metadados necessários para proporcionar credibilidade ao dado geográfico digital.

✓ *Universo da informação* - Dados analógicos também podem ser documentados através de metadados geográficos digitais. Tal procedimento padroniza processos de consulta e auxilia na conversão da informação analógica para o formato digital.

Os padrões de metadados geográficos disponibilizados pelo FGDC (FGDC-CSDGM/1998) e pela ISO (ISO 19115:2003) são as estruturas mais abrangentes e indicadas para a adoção e implementação de metadados.

As implementações e adaptações do padrão proposto pelo FGDC apresentam uma série de experiências em diversas organizações. A norma FGDC-CSDGM/1998 disponibiliza exemplos como a descrição dos dados da "*U.S. Geological Survey Digital Line Graph File*" e da "*National Wetlands Inventory Wetlands Data*". Também é possível encontrar um glossário ao final do documento para conceituar as principais expressões relacionadas. Os documentos do FGDC são obtidos gratuitamente no *website* da instituição.

O padrão proposto pela ISO também exemplifica experiências de implantação. A norma ISO 19115:2003 é auxiliada por um conjunto de anexos que facilitam a implementação dos metadados (ISO, 2003). Esses anexos são: Dicionário de metadados geográficos (*Annex B - Data Dictionary for Geographic Metadata*); Implementação de Metadados (*Annex G - Metadata Implementation*) e Exemplos de implementação (*Annex I - Implementation Examples*), que facilitam o processo de implementação dos metadados (ISO, 2003). É possível encontrar também uma série de referências a outras normas ISO que podem ser consultadas para esclarecimentos específicos. Disponibilizadas em formato eletrônico ou papel, podem ser requisitadas via pagamento no *website* da instituição.

Entretanto, caso haja interesse na implementação de outro padrão, alguns critérios devem ser observados. Deve-se analisar a finalidade para qual o padrão será concebido, o nível de detalhamento da proposta, a garantia do atendimento as necessidades dos usuários e os *softwares* disponíveis para a geração dos arquivos digitais. A facilidade e a metodologia de uso, e o formato em que os arquivos de metadados serão gerados e disponibilizados também devem ser considerados.

3.1 Arquivos de metadados geográficos

Os dados geográficos são constituídos por informações georreferenciadas, criando uma associação direta entre as diversas entidades representadas e o espaço geográfico. Essa relação permite o surgimento de vínculos entre as diferentes entidades e um possível identificador a ser utilizado nessa vinculação. Esses identificadores podem ser empregados para a criação de dicionários de nomes geográficos ou para a elaboração de catálogos de metadados. Assim, se um grande número de metadados geográficos estivesse disponível em diferentes níveis de acesso, a adoção de um dicionário geográfico ou de um catálogo de metadados seria útil para a localização, recuperação e manipulação dos dados geográficos.

É clara a utilidade e a necessidade de adoção de metadados para a descrição da informação geográfica. Entretanto, o processo de geração manual pode ser muito dispendioso em relação ao tempo e custo, sendo até mesmo inviável quando o volume de dados for muito extenso (LEME, 2006). Vale ressaltar que o método de criação manual é ainda passível de variações e erros sistemáticos, criando diferenças na descrição de um mesmo tipo de dado. Tais inconvenientes podem ser equacionados com a utilização de um sistema automatizado para o processo de geração e armazenamento.

Os metadados podem ser gerados em arquivos unitários ou em lotes de arquivos, podendo preencher metadados comuns de vários arquivos ao mesmo tempo. Além disso, os metadados podem ser associados a um conjunto de dados que compartilham de uma mesma estrutura. Esses arquivos podem ser armazenados em bases de dados específicas para essa finalidade, em mídias, em arquivos separados dos documentos a que fazem referência ou embutidos nos próprios dados. O ideal é que os arquivos de metadados estejam contidos nos próprios documentos, proporcionando uma conexão direta dessa informação com os dados a que fazem referência.

Os catálogos podem organizar uma série de metadados e são alternativas simples para promover o efetivo compartilhamento de dados entre diferentes aplicações. Entretanto, apesar da utilização de catálogos de metadados ser indicada, esse processo de elaboração pode ser oneroso em decorrência do volume de dados a ser catalogado, necessitando de padronização e automatização para a realização dessas atividades (LEME, 2006).

A linguagem *Extensible Markup Language* (XML) é uma ferramenta possível para estruturar metadados, pois define uma forma padronizada para codificar os dados geográficos. Esse padrão é constituído através de formato texto, e contém uma estruturação que facilita o intercâmbio de informações (BRANDÃO; RIBEIRO, 2007). O padrão XML, adotado pelo *Open Geospatial Consortium* (OGC, 2008), é amplamente utilizado como modelo para a construção de metadados geográficos. O uso do padrão XML é vantajoso, pois é ideal para descrever estruturas de dados hierárquicas e complexas, características comuns em dados espaciais. Nesse modelo o dado permanece legível, pois utiliza a codificação ASCII, sendo acessível através de programas que acessam dados no padrão. De acordo com SILVA (2006), o XML é visto como a estrutura mais indicada para implementar metadados em decorrência de sua ampla interoperabilidade, adequação a Internet e pela capacidade em estruturar conteúdos. Devido a essas características, a utilização do modelo XML firma-se como padrão de armazenamento e troca de dados (LIMA *et al*., 2002).

Atualmente existe uma série de *softwares* que permitem a geração de arquivos de metadados geográficos em diversos formatos e que atendem diferentes normas. Os padrões propostos pelo FGDC (FGDC - CSDGM/1998) e pela ISO (ISO - 19115:2003)

estão entre os mais adotados, bem como a geração dos arquivos de metadados no formato XML. Dentre estas ferramentas podemos destacar: MIG Editor (SNIG), CatMDEdit (TelDE), ArcGIS (ESRI), Geomedia (Intergraph), Tkme (USGS), Geonetwork (Geographic Metadata Catalog).

De acordo com o Sistema Nacional de Informação Geográfica de Portugal (SNIG), o MIG Editor é um *software* livre para geração de metadados geográficos no formato XML. Baseia-se no padrão estabelecido pela ISO 19115:2003 e atende as recomendações propostas pela norma ISO 19139:2007, as quais auxiliam o processo de implementação dos metadados geográficos criados (SNIG, 2007a). O *software* foi elaborado pelo SNIG para funcionar como ferramenta auxiliar da instituição, produzindo metadados para serem integrados ao sistema de compartilhamento de dados geográficos, implementando os elementos obrigatórios da norma ISO e algumas especificidades da organização (SNIG, 2007b).

O CatMDEdit é um editor de metadados gratuito com foco na descrição da informação geográfica. O projeto foi iniciado por um consórcio constituído por diversas universidades espanholas descrito como *Tecnologías para Infraestructuras de Datos Espaciales* (TeIDE) e atualmente recebe contribuições de outras organizações européias (IDEE, 2008). O *software* atende o padrão de metadados definido pelas normas ISO, gerando arquivos no formato XML, compilados através da norma ISO 19139:2007. O CatMDEdit permite também a inclusão e a geração de arquivos de metadados no formato XML dentro das normas do padrão FGDC.

O *software* ArcGIS, através do módulo ArcCatalog, também permite a geração, edição e a visualização de metadados geográficos nos padrões FGDC, ISO e algumas adaptações, como por exemplo o modelo "FGDC ESRI", gerados no formato XML (ESRI, 2004; 2006). O *Environmental Systems Research Institute* (ESRI) é a instituição responsável pelo desenvolvimento do ArcGIS, *software* proprietário com aplicabilidades SIG avançadas. Além de geração de metadados o ArcGIS permite o manejo de diversos tipos de informações espaciais, oferece instrumental para edição e atualização de dados, possibilita o mapeamento e a modificação de bases cartográficas, gerencia informações espaciais, auxilia em análises geográficas diversas, administra dados e permite o desenvolvimento e aplicações de informações via Internet (ESRI, 2007).

O *software* GeoMedia, através do módulo GeoMedia Catalog Editor permite criar e manipular metadados geográficos baseados no padrão FGDC, com a possibilidade de exportá-los para o padrão ISO (INTERGRAPH, 2008). Os módulos para a geração de metadados são livres, mas necessitam estar acoplados ao *software* GeoMedia ou GeoMedia Professional, ambos proprietários.

O aplicativo Tkme é um *software* livre, desenvolvido pelo U.S. Geological Survey (USGS), com a função de ser um editor formal de metadados geográficos nos padrões estabelecidos pelo FGDC. Esse *software* permite a geração de metadados de um modo simplificado e dispõe de um conjunto de modelos e documentação para auxílio dos usuários (USGS, 2008).

Existe também a possibilidade de criação e edição de metadados geográficos através do *software* Geonetwork - *Geographic Metadata Catalog*. O aplicativo é uma ferramenta de código aberto (*open source*) para a gestão e concepção de metadados, desenvolvida através da parceria entre o *United Nations Environment Programme* (UNEP) e a *Food and Agriculture Ornanization* (FAO). O *software* permite edição, pesquisa e catalogação de metadados nos padrões ISO 19115:2003 e FGDC (GEONETWORK, 2008).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Metadados geográficos são necessários para os diversos usuários da informação geográfica. Esse conjunto de informações permite melhor conhecimento e descrição dos dados espaciais, auxiliando o fluxo das informações e a aplicabilidade dos dados.

Além da descrição correta do dado geográfico e da possibilidade de interoperabilidade entre padrões, o modelo de metadados geográfico adotado deve ser inteligível, consistente e apresentar praticidade em seu uso, estimulando o usuário a incorporá-lo no seu dia-a-dia. A adoção de padrões em âmbito nacional deve considerar as especificidades das diversas instituições que compartilham esse tipo de informação e os investimentos necessários, visto que a adoção de um padrão gera a necessidade de reestruturação de diferentes bases de dados.

A implementação de um padrão para os metadados geográficos também auxilia o intercâmbio dos dados espaciais que foram construídos em diferentes formatos. No caso do Brasil, em que não existem padrões institucionais para a informação geográfica, os metadados facilitariam o processo de conversão dos dados espaciais entre diferentes bases de dados e entre diferentes formatos.

O gerenciamento e a interoperabilidade dos dados geográficos podem ser facilitados através de modelos centralizados ou através de estruturas disponibilizadas por repositórios. Nos modelos centralizados, adotados por paises como Nova Zelândia e Austrália, um diretório único e centralizado é adotado como fonte dos dados. Por sua vez, as estruturas fundamentadas em repositórios virtuais apresentam uma distribuição descentralizada baseadas nas fontes de dados já existentes, permitindo que metadados armazenados em diferentes localidades possam ser acessados através de um sistema de busca. Esse modelo vem sendo implementado em países europeus e norte-americanos (WEBER *et al*., 1999).

Como diversos segmentos nacionais fazem uso de informação geográfica em suas atividades, a adoção dos metadados deve avançar no país. Organizações

como a Companhia Vale do Rio Doce, Petrobrás, IBGE e Embrapa já possuem esquemas de metadados implementados em seus projetos SIG. A adoção de um padrão para os metadados e de um sistema de gestão dessas informações permitirá maior interoperabilidade, integridade e aplicabilidade da informação geográfica, evitando redundância de trabalho e investimentos recorrentes.

Os padrões de metadados disponíveis atendem a maioria das necessidades dos usuários de dados geográficos, porém, não há consenso na adoção de um padrão único para a construção dos mesmos, havendo ainda um constante processo de complementação e atualização desses padrões. Nesse sentido, vale ressaltar que o Federal Geographic Data Committee está desenvolvendo uma adaptação para seu modelo a partir da norma ISO 19115:2003. Do mesmo modo, uma nova norma ISO (ISO 19139:2007 - Geographic Information - Metadata - XML Schema Implementation) está sendo avaliada. A norma ISO 19139:2007 define padrões de metadados geográficos apoiados na implementação do padrão ISO 19115:2003, em conjunto com o esquema XML (ISO, 2008).

Entretanto, questões como a avaliação dos metadados do ponto de vista do usuário, o atendimento de necessidades específicas inerentes aos dados geográficos e a relação entre a modificação do dado geográfico e atualização dos seus respectivos metadados ainda exigem maiores considerações por parte dos padrões de metadados em desenvolvimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANDÃO, F.; RIBEIRO, J.A. Estudo do XML, GML, SVG e WEBSERVICES (WMS e WFS) para formatação e divulgação de informações geográficas. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, Florianópolis, Brasil. **Anais...** São José dos Campos: INPE. 2007. p. 5611-5617.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). **ArcGIS: Using ArcCatalog.** Redlands, California. 2004. 302 p.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). **ArcGIS: Engineered for Interoperability.** Redlands, California. 2006. 16 p.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). **ArcGIS Desktop - Desktop GIS tools for authoring, editing and analysis.** Redlands, California. 2007. 8 p.

FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE (FGDC). **Content Standard for Digital Geospatial Metadata - CSDGM. Workbook, Version 2.0.** Reston, Virginia. 2000. 122 p. Disponível em <http://www.fgdc.gov/metadata/documents/workbook_0501_bmk.pdf>. Acesso: 09 Julho 2008.

FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE (FGDC). **FGDC Metadata Education Program - Ten most common metadata errors.** 2006. 3 p.

FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE (FGDC). 2008. Disponível em <http://www.fgdc.gov>. Acesso: 09 Agosto 2008.

GEONETWORK - GEONETWORK OPENSOURCE COMMUNITY WEBSITE. Disponível em <http://geonetwork-opensource.org>. Acesso: 29 Julho 2008.

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE ESPAÑA (IDEE). Disponível em <http://www.idee.es>. Acesso: 23 Maio 2008.

INTERGRAPH. **Geomedia Catalog Editor.** Disponível em <http://www.intergraph.com/sgi/products>. Acesso: 15 Maio 2008.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **Geographic Information – Metadata. ISO 19115:2003.** 1st ed. London, England. 2003. 152 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). Disponível em <http://www.iso.org/iso/home.htm>. Acesso: 14 Maio 2008.

LEME, L. A. P. P. **Uma arquitetura de *software* para catalogação automática de dados geográficos.** Dissertação (Mestrado em Informática) - PUC-Rio, Rio de Janeiro. 2006. 120 p.

LIMA, P. **Intercâmbio de dados espaciais: modelos, formatos e conversores.** Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) - INPE, São José dos Campos. 2002. 79 p.

LIMA, P.; CÂMARA, G.; QUEIROZ, G. **GeoBR: Intercâmbio Sintático e Semântico de Dados Espaciais.** In: Simpósio Brasileiro de Geoinformática, 4, Caxambú, Brasil. 2002. p. 139-146.

NATIONAL GEOSPATIAL DATA CLEARINGHOUSE (NGDC). **Federal Geographic Data Committee.** 2008. Disponível em <http://clearinghouse1.fgdc.gov>. Acesso: 14 Setembro 2008.

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC). Disponível em <http://www.opengeospatial.org>. Acesso: 29 Agosto 2008.

RIBEIRO, G.P.; MATTOSO, M.L. DE Q. Bancos de Dados de Imagens de Satélites: Aspectos sobre Metadados e Análise Temporal. In: Simpósio Brasileiro

de Sensoriamento Remoto, 8, Salvador, Brasil. **Anais...** São José dos Campos: INPE. 1996. p. 735-736.

SILVA, H. **Perfil Nacional de Metadados de Informação Geográfica (Perfil MIG).** Instituto Geográfico Português, Lisboa, Portugal. 2006.

SILVA, H. **MIG - Metadados para Informação Geográfica. Introdução à Norma ISO 19115.** Instituto Geográfico Português, Lisboa, Portugal. 2007.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SNIG). **MIG Editor - Versão 1.0 - Editor de Metadados de Informação Geográfica.** 2007a. Disponível em <http://snig.igeo.pt>. Acesso: 29 Setembro 2008.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SNIG). **Manual do MIG Editor 1.0 PT.** 2007b. Disponível em <http://snig.igeo.pt>. Acesso: 29 Setembro 2008.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY (USGS). Disponível em <http://www.usgs.gov>. 2008. Acesso: 29 Setembro 2008.

WEBER, E.; ANZOLCH, R.; LISBOA FILHO, J.; COSTA, A.C.; IOCHPE, C. **Qualidade de dados geoespaciais. (Relatório de Pesquisa)** - UFRGS, Porto Alegre. 1999. 37 p.