



Universidade Federal do Rio de Janeiro
COPPE - Programa de Engenharia de Sistemas e Computação

METADADOS GEOESPACIAIS DIGITAIS

Qualificação apresentada ao Programa de Engenharia de Sistemas e Computação da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção de grau de Doutor em Ciências, sob supervisão do Prof. Ph.D. Jano Moreira de Souza.

Gilberto Pessanha Ribeiro
Banco de Dados (D.Sc.)

Dezembro de 1996

SUMÁRIO

Conteúdo	Página
1. INTRODUÇÃO	6
2. VALORIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	7
2.1 TENDÊNCIAS ATUAIS	7
2.2 O FENÔMENO DA GLOBALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	7
2.3 PRODUTORES E USUÁRIOS: QUEM OS SÃO NO BRASIL?	9
3. PADRONIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	11
3.1 POR QUE PADRONIZAR AS INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS?	11
3.2 A QUE USUÁRIOS INTERESSAM A PADRONIZAÇÃO? QUEM SÃO E PODERÃO SER OS BENEFICIADOS?	11
3.3 QUE PADRÕES EXISTEM HOJE?	11
4. METADADOS GEOESPACIAIS DIGITAIS (MGD)	16
4.1 O QUE SÃO METADADOS	16
4.2 PARA QUE SERVEM OS MGD	20
4.3 ATUALIZAÇÃO: O TEMPO DE VIDA DOS METADADOS	21
4.4 SISTEMAS DE BANCO DE DADOS, MGD E REUTILIZAÇÃO DE DADOS GEOESPACIAIS	21
4.5 DADOS QUE DEVEM SER ARMAZENADOS, DOCUMENTADOS E DESCRITOS NOS MGD	22
4.6 ESTRATÉGIAS PARA PROMOVER O USO DOS PADRÕES DOS MGD	22
4.7 MGD, SISTEMAS DE CATÁLOGOS E BIBLIOTECAS DIGITAIS	22
4.8 EXEMPLOS DE PADRÕES DE CONTEÚDO DE MGD	24
4.9 PADRÕES DE CONTEÚDO PARA MGD PARA A ÁREA DE GEODÉSIA	34
4.10 MODELOS DE DADOS PARA OS MGD	41
5. APLICAÇÕES GEOGRÁFICAS QUE PODEM SER CONTEMPLADAS COM OS MGD	44
5.1 VISÃO GERAL	44
5.2 ESTUDO DE CASO: BANCOS DE DADOS GEOESPACIAIS FEDERAIS E MAPOTECA TOPOGRÁFICA DIGITAL DA FUNDAÇÃO IBGE	45
6. EXEMPLOS DE PADRÕES ESTRANGEIROS DE MGD	46
6.1 UMA INTRODUÇÃO AO PROJETO SEQUOIA 2000	46
6.2 FDGC (FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE)	46
6.2.1 VISÃO GERAL	46
6.2.2 SUB-COMITÊS TÉCNICOS	52
6.3 SAIF (SPATIAL ARCHIVE AND INTERCHANGE FORMAT)	53
6.4 OGIS (OPEN GEODATA INTEROPERABILITY SPECIFICATION)	59

7. O PROTÓTIPO CONCERT	60
8. COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES	62
8.1 GRUPOS DE TRABALHO PARA O ESTABELECIMENTO DE METADADOS A NÍVEL NACIONAL	63
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Elementos Envolvidos nos Metadados.

Figura 2 : O padrão dos metadados, no contexto do FGDC, para dados geodésicos.

Figura 3: Blocos relativos ao NSDI (*National Spatial Data Infrastructure*).

Figura 4: Objeto geográfico genérico e componentes envolvidos.

Figura 5: Hierarquia de classes no modelo orientado a objetos no contexto do SAIF.

Figura 6: Solução de arquitetura para o sistema aberto para armazenamento de objetos abstratos e acesso a metadados geoespaciais digitais.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Seções dos padrões de conteúdo para os MGD.

Tabela 2: Linhagem e fontes de informação.

Tabela 3: Elementos descritivos da atualidade do conjunto de dados.

Tabela 4: Qualidade dos dados.

Tabela 5: Elementos descritivos da consistência lógica e da completeza do conjunto de dados.

Tabela 6: Classes e sub-classes de aplicações SIG.

Tabela 7: Escalas de cartas no contexto do Mapeamento Sistemático do Território Nacional, suas características e aplicações principais.

Tabela 8: Características dos dados e informação sobre orientações.

Tabela 9: Sub-Comitês técnicos do FGDC.

RESUMO

São apresentadas algumas questões fundamentais sobre a organização de dados geoespaciais e sobre padrões de conteúdo para metadados geoespaciais digitais, com um enfoque em dados topográficos e de censos brasileiros a partir de Bancos de Dados Federais. O propósito desses padrões é fornecer um conjunto comum de definições, semântica e terminologia para a documentação de dados geoespaciais digitais, e suporte para aplicações geográficas e projetos mutlidisciplinares usando dados georreferenciados. Nesses metadados poderão ser encontradas informações, por exemplo, relativas à referência espacial, tais como: sistemas de coordenadas, sistemas de projeção cartográfica, referenciais geodésicos, convenções cartográficas, escala, etc.... Os padrões propostos seguem tendências de países como Estados Unidos e Canadá, esses padrões são comentários, em suas linhas gerais, em especial: SAIF (*Spatial Archive and Interchange Format*), FGDC (*Federal Geographic Data Committee*) e OGIS (*Open Geodata Interoperability Specification*). Para o estabelecimento dos padrões é necessária a existência de grupos de trabalho, que deverão ser constituídos por representantes de órgãos competentes na produção dos dados. Um levantamento de outros padrões existentes e alguns aspectos de técnicas de Sistemas de Banco de Dados envolvendo interoperabilidade são discutidos. O trabalho aponta soluções parciais, no contexto dos Censos e da Cartografia Nacionais, abordando os padrões de informação geográfica envolvidos e o estabelecimento dos metadados. É descrita parte do projeto de mapeamento sistemático do território brasileiro e da Mapoteca Topográfica Digital (*IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*)¹ e os padrões de informação geográfica que estão sendo desenvolvidos suas classes e as categorias de dados geoespaciais. O protótipo CONCERT é comentado e a necessidade de padrões adicionais e coexistência de outros existentes é apontada e exemplificada.

Keywords: Metadata, Geospatial Database, Geographic Information System.

¹ A Fundação IBGE possui uma Diretoria de Geociências que se ocupa, dentre outras atividades, com o Mapeamento Sistemático do Território Brasileiro com o objetivo de atingir metas estabelecidas no contexto do Plano Cartográfico Nacional.

1. Introdução

A **informação geográfica** (relativa aos fenômenos geográficos que possuem referência espacial) consiste em informação quantitativa e qualitativa relativa a objetos e fenômenos de natureza física e humana, distribuída espacialmente pela superfície terrestre. Básica para as atividades e tarefas de planejamento e ordenamento do território, ela pode ser encontrada, em arquivos estáticos, como as cartas analógicas ou convencionais, ou em arquivos dinâmicos, caso tratado no contexto dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Essa informação necessita de constante atualização, que, a par dos métodos convencionais, pode também ser realizada através das imagens obtidas, com frequência muito grande, por sistemas sensores acoplados a satélites artificiais de detecção remota, utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto. A manipulação e o tratamento da informação geográfica em um contexto de Bancos de Dados e SIG não é tarefa trivial, diante do volume e da complexidade dos dados geoespaciais.

Neste trabalho, o termo **geoespacial** refere-se a **geográfico**, isto é, geoespacial é considerado, sem ferir qualquer sentido semântico da palavra, sinônimo de geográfico. Mas, uma vez que a literatura clássica de sistemas de informação (incluindo aí os SIG) denomina aplicações geográficas, ao invés de aplicações geoespaciais, será mantida a terminologia aplicações geográficas tratando daquelas aplicações que se utilizam de informações georreferenciadas. Muito embora se sabe que o termo geoespacial se refere ao aspecto posicional apenas, e o termo geográfico se refere não só a esse aspecto, como também aos aspectos populacionais e ambientais, será empregado nesse trabalho o termo geoespacial como sinônimo de geográfico, numa maneira simplificada. Ainda neste trabalho, quando são tratados temas relacionados a Bancos de Dados, a denominação geoespacial será empregada, uma vez que Bancos de Dados Geoespaciais são especializações de Bancos de Dados Espaciais. Inclusive conceitos existentes em trabalhos publicados no âmbito de aplicações espaciais e científicas, por exemplo em Medicina, são base também para outras aplicações espaciais, como é o caso de aplicações geográficas.

Instituições nacionais que lidam com dados geoespaciais, nas condições de geradoras desses dados ou de usuárias deles, têm sentido a necessidade de se estabelecer, de forma organizada e prática, padrões de conteúdo para **METADADOS GEOESPACIAIS DIGITAIS** - MGD. Em outras palavras, esses MGD representam informações sobre os dados contidos em um dicionário digital com a descrição de dados. Uma definição mais precisa de MGD será apresentada na seção 4.1. deste trabalho.

Em resumo, este trabalho apresenta aspectos gerais sobre a valorização e a padronização da informação geográfica na seção 2 e 3, respectivamente.

Na seção 4 são apresentados aspectos sobre metadados e sobre metadados geoespaciais digitais, além de correlacioná-los a Sistemas de Gerência de Bancos de Dados (SGBD) voltados para o seu armazenamento e a sua recuperação. Metadados desse tipo são relacionados a Bibliotecas Digitais e são tecidos comentários sobre o acesso a mapas digitais por meio de dispositivos e recursos eletrônicos de visualização e transferência de dados. Ainda naquela seção são apresentadas propostas de modelos de dados a serem adotados em MGD.

2. Valorização da informação geográfica

2.1 Tendências atuais

A partir da tendência mundial de valorização da informação geográfica, observada nos últimos anos, em países europeus e em outros países de economia avançada, discussões têm surgido sobre o uso da tecnologia SIG e sobre a qualidade dos dados geoespaciais que trata (Espíago, 1994). A informação geográfica tem sido valorizada não só em áreas comerciais, dando suporte às análises em pesquisas mercadológicas georreferenciadas, como também em áreas científicas, dando suporte a análise geográfica em áreas como, por exemplo: Meio Ambiente; Planejamento Urbano; Ordenamento e Gestão do Território. Aspectos organizacionais e administrativos de sistemas geoestatísticos, por exemplo, têm sido tratados em análises diversas, assim como os estudos sobre o impacto do uso de tecnologias da informação na gerência de dados sócio-econômicos em vários países europeus (Lievesley, 1993) (Lievesley, 1994(a)) (Lievesley, 1994(b)).

2.2 O fenômeno da Globalização da informação geográfica

Com o avanço das tecnologias de informação e com a popularização no uso das redes de comunicação² no Brasil e no mundo, a informação, em geral, assim como a informação geográfica tão necessária a certas aplicações, passa a possuir uma característica importante no contexto dos sistemas de informação: a **Globalização**. Padrões estrangeiros da informação geográfica já possuem esse caráter global voltados para um intercâmbio de dados por meios eletrônicos que vai além das fronteiras dos países. As redes de comunicação de dados têm contribuído bastante para tornar possível esse intercâmbio global. Os serviços que as redes oferecem têm sido utilizados para acessar dados e transferí-los de organizações para outras em qualquer ponto do planeta.

A Globalização pode ser entendida como um fenômeno relacionado com a forte competitividade das economias nacionais. O conceito de Globalização ainda é extremamente fluido e repousa na interface de três fenômenos distintos: as relações econômicas tradicionais entre nações resultantes do comércio internacional; as atividades de empresas multinacionais em mercados extrafronteiras; e os mercados financeiros e monetários globais que surgiram nos anos 60 e ganharam importância nos anos 70 e 80. A informação geográfica está também sujeita ao fenômeno da Globalização e a tendência atual é popularizar-se cada vez mais. A necessidade de intercâmbio de dados tem crescido bastante. As novas tecnologias da informação (redes de comunicação de dados, mecanismos e dispositivos de intercâmbio de dados por meios eletrônicos, etc...) têm contribuído significativamente para permitir o crescente acesso às bases de dados geográficas heterogêneas e distribuídas.

² A mais conhecida e popular das redes de comunicação é a *Internet*, a chamada rede das redes.

Projetos de várias naturezas, interinstitucionais e multidisciplinares, têm se beneficiado com os serviços e ferramentas das redes de comunicação, a saber:

- **WWW** (*World Wide Web*): uma ferramenta que permite fazer busca e apresentar a informação, na Internet, suportando, inclusive, dados multimídia. A WWW é baseada na idéia de hipertexto. Foi desenvolvida na Suíça, no contexto do Centro Nacional de Pesquisa CERN;
- **ftp** (*file transfer protocol*) - protocolo de transferência de arquivo: esse serviço permite transferir arquivos de outros nós da rede para o nó local, gerenciado por servidores;
- **http** (*hypertext transfer protocol*) - protocolo de transferência de hipertexto: esse serviço permite acessar Bancos de Dados por meio de páginas de hipertexto construídas exclusivamente para serem visitadas por usuários que anseiam por informação multimídia (textos e imagens);
- **gopher**: essa ferramenta de pesquisa permite fazer busca a informações por meio de palavras-chave ou frases-chave. Ela exibe a informação, na forma textual, e não como apresentada visualmente no contexto da WWW onde é permitida a inclusão de gráficos; e
- **telnet**: esse serviço permite emular para um usuário um terminal/console (cliente) em qualquer máquina que possua requisitos mínimos para acesso, independente do sistema operacional. Esse serviço viabiliza fazer uso de um dos grandes benefícios, tendo acesso às redes de comunicação; que é o acesso a um computador remoto, em qualquer parte do mundo.

Alguns desses serviços permitem consulta a informações e transferência de dados ou arquivos, assim como acessar Bancos de Dados de domínio público em geral. Bancos de Dados Geoespaciais e Bibliotecas Digitais têm sido acessados com objetivo de obter informações geoespaciais para serem incorporadas em projetos diversos. Em geral, há um custo para conhecer e acessar a informação desejada. Esse custo, normalmente, não inviabiliza o uso dos serviços e a aquisição da informação. Inclusive a tendência é a real minimização desses custos ao longo do tempo. A consolidação da transferência de dados e consultas a Bancos de Dados e Mapotecas Digitais, tornam possível conhecer a informação mais adequada para as aplicações, a curtas e longas distâncias geográficas, viabilizando o planejamento e a realização de projetos de várias naturezas (Projeto Alexandria, 1996).

Com o crescimento da utilização da tecnologia de redes de comunicação de dados, o rápido aperfeiçoamento e crescente popularização, é provável que empresas usuárias e produtoras de dados geoespaciais no Brasil, aos poucos, a ela se adaptem e dominem a utilização desses serviços e recursos. A dinamização dos serviços de redes contribui para uma comercialização automatizada da informação geoespacial e, a partir de recursos financeiros adquiridos desta forma, em ordens de serviço relativas a atendimento a usuários, por exemplo, projetos de várias naturezas podem ser contemplados com insumos para a continuidade de sua realização e seu aperfeiçoamento.

2.3 Produtores e usuários: quem os são no Brasil?

O Brasil possui, no contexto de seus Ministérios e de suas Empresas Estatais, entidades e organizações da administração direta e indireta, que se ocupam, por lei, com o mapeamento do território brasileiro, assim como com recenseamentos periódicos de abrangência nacional (Censos Econômico, Demográfico, Agropecuário, etc...) ³. Há alguns Ministérios que produzem, inclusive, no contexto de suas atividades e atribuições, dados geoespaciais. Casos típicos são o do IBGE e o das Forças Armadas Brasileiras ⁴.

No Brasil, considerando as instituições federais e de âmbito estadual, que produzem dados geoespaciais podem ser citados os seguintes exemplos:

- Ministério de Minas e Energia: CPRM (Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais):
 - Banco de Dados Minerais (Micro SIGA).
- Ministério da Marinha: DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação):
 - Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO).
- Ministério do Exército: DSG (Diretoria de Serviço Geográfico) e IME (Instituto Militar de Engenharia);
- Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária: EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agro-Pecuária) e INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária);
- Ministério do Planejamento e Orçamento: IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística):
 - Banco de Dados Estatísticos;
 - Banco de Dados Geodésicos;
 - Banco de Dados Gravimétricos; e
 - Mapoteca Topográfica Digital (MTD).
- Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal: IBAMA (Instituto Brasileiro de Recursos Naturais Renováveis e do Meio Ambiente);
- Ministério da Aeronáutica: ICA (Instituto de Cartografia Aeronáutica);
- Ministério dos Transportes: Banco de Informações de Transportes;
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais); e
- Ministério da Educação e do Desporto: Universidades (UFPR, UFPE, etc...).

³ Os censos são, no Brasil, executados, por lei federal, pela Fundação IBGE, em âmbito nacional.

⁴ As Forças Armadas referenciadas aqui são: o Exército, a Marinha e a Aeronáutica Brasileiras.

- Outras Universidades: UNESP, USP, UNICAMP, etc...

Esses produtores, e também usuários, de informação geográfica brasileiros poderão ser diretamente beneficiados com o estabelecimento dos MGD e de seus padrões de conteúdo.

Neste trabalho, será dada ênfase no caso particular do IBGE. Serão apontadas alternativas de soluções metodológicas e operacionais sobre o estabelecimento de MGD para armazenar informações relativas aos Bancos de Dados Federais daquela instituição, em particular a Mapoteca Topográfica Digital (MTD).

Outra contribuições desse trabalho é estimular e promover discussões sobre o tema central, sensibilizando as instituições governamentais brasileiras, provedoras de informação geográfica, a criarem sub-comitês, de âmbito nacional, com caráter cooperativo, que discutam e estabeleçam padrões de conteúdo para os MGD.

3. Padronização da informação geográfica

3.1 Por que padronizar as informações geográficas?

Padrões de informação têm sido estabelecidos em várias áreas do conhecimento. Via de regra determinam não só unidades e padrões técnicos, a serem seguidos pelas instituições e pessoas, como também procedimentos para acesso e transferência de informação.

As aplicações geográficas, em geral, podem ser desenvolvidas em diferentes arquiteturas de hardware, diferentes ambientes de software e distintas localizações geográficas. Uma vez que são estabelecidos padrões da informação geográfica de forma globalizada e generalizada, é possível conhecer descrições desses padrões com mais rapidez e, desta forma, os usuários e os SGBD podem conhecer e podem tratar, respectivamente, de informações mais adequadas para atender aos requisitos das aplicações.

Hoje em dia há uma grande heterogeneidade entre SGBD e aplicações geográficas. Com o estabelecimento dos MGD, e seus padrões de conteúdo, torna mais fácil e viável, desenvolver ferramentas e aplicações apropriadas para satisfazer às necessidades no contexto dos projetos técnicos.

3.2 A que usuários interessam a padronização? Quem são e poderão ser os beneficiados?

A padronização da informação geográfica interessa, principalmente, às instituições provedoras e mantenedoras de bases de dados ou sistemas de arquivos geoespaciais. Usuários comuns e projetos técnicos diversos também serão diretamente beneficiados com os padrões.

3.3 Que padrões existem hoje?

Com o objetivo de fornecer um panorama geral dos padrões de informação geográfica existentes no mundo, foi feito um levantamento de alguns dos mais importantes padrões já estabelecidos por várias instituições intra e internacionais. Esses padrões vão desde intercâmbio de dados por meios eletrônicos até modelos de dados de aplicações SIG.

Além dos padrões propostos pelo FGDC e pelo SAIF, há outros padrões atuais de informação geográfica. Abaixo segue uma lista deles com uma apresentação sucinta da área envolvida:

- *ATKIS (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem)*: Sistema de Informação Topo-Cartográfica Autorativo: descreve a modelagem de paisagens em mapas digitais;
- *DEMTS (Digital and Electronic Maps Transfer Standard)*: Padrão de Transferência de Mapas Eletrônicos e Digitais, que permite o intercâmbio de mapas digitais;

- DFT (*Data Interchange Standard for Cadastral Mapping*): Padrão de Intercâmbio de Dados para Mapeamento Cadastral, que permite o intercâmbio de mapas cadastrais digitais;
- DIGEST (*Digital Geographic Information Exchange Standards*): Padrões de Intercâmbio de Informação Geográfica Digital, que permite o intercâmbio de dados relativos a dados geoespaciais, em escalas pequenas e médias para aplicações tipicamente militares;
- EDIGÉO (*Echange de Données Informatisées Géographiques*): Intercâmbio de Dados Informações Geográficas, que permite o intercâmbio de dados relativos a dados geoespaciais, em escalas pequena e média para aplicações tipicamente civis;
- FGDC Metadata Committee (*Federal Geographic Data Committee*): Comitê Federal de Dados Geográficos, que permite e promove o intercâmbio de dados, a partir de conjuntos de dados geoespaciais;
- GDF (*Geographic Data File*): Arquivo de Dados Geográficos, que trata de registro digital de informações relativas às redes de rodovias;
- IEF91 (*Israel Exchange Format*): Formato de Intercâmbio de Israel, que permite a transferência de dados espaciais a partir de mapeamento digital;
- IHO DX-90 (*IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data*): Padrão de Transferência para Dados Hidrográficos Digitais, que se ocupa com o mapeamento de superfícies de águas subterrâneas e suas feições;
- INTERLIS (*Data Exchange Mechanism for LIS*): Mecanismo de Intercâmbio de Dados para LIS (*Land Information System*): Sistemas de Informação da Terra, que é uma linguagem de descrição de dados para sistemas de informação da Terra;
- ISO 8211 (*Specification for a data descriptive file for information interchange*): Especificação para um arquivo descritivo de dados para intercâmbio de informação, que é um protocolo de transporte OSI usado como estrutura de intercâmbio de dados SIG;
- JHS 117-119 (*EDI-based information services for geographic data*): Serviços de informação baseado em EDI (*Electronic Data Interchange*) Intercâmbio de Dados por Meios Eletrônicos, que permite o intercâmbio de informação geográfica do tipo *Finnish* em mensagens no formato EDIFACT;
- NEN 1878 (*Netherlands Transfer Standard for Geographic Information*): Padrão de Transferência para a Informação Geográfica dos Países Baixos, que permite o intercâmbio de informação geográfica nos Países Baixos;
- NES (*National Standard for the Exchange of Digital Geo-referenced Information*): Padrão Nacional para o Intercâmbio de Informação Georreferenciada Digital, que se ocupa com o intercâmbio de dados georreferenciados;
- NICCa (*Norma de Intercambio de Cartografia Catastral*): Norma de Intercâmbio de Cartografia Cadastral, que permite o intercâmbio de dados cartográficos cadastrais em escalas grandes;

- NOTIGEO (*Norma de Transferencia de Informacion Geografica*): Norma de Transferência de Informação Geográfica, que permite o intercâmbio de dados cartográficos e topográficos em escalas pequena e média;
- NTF (*Neutral Transfer Format*): Formato de Transferência Neutro, que permite o intercâmbio de informação geoespacial no Reino Unido;
- OGIS (*Open Geodata Interoperability Specification*): Especificação Aberta de Interoperabilidade de Geodados, que é um ambiente de sistema aberto voltado para o desenvolvimento de aplicações geográficas que permite acesso a dados geoespaciais e possui facilidades de geoprocessamento;
- ON-A2260/1 (*Interface for Digital Exchange of Geographic-Geometric Data*): Interface para Intercâmbio Digital de Dados Geográfico-Geométricos, que se ocupa com o intercâmbio de dados geográficos relativos à Áustria;
- SAIF (*Spatial Archive and Interchange Format*): Formato de Intercâmbio e Arquivo Espacial, que foi desenvolvido como um meio de compartilhamento de dados espaciais e espaço-temporais;
- SOSI (*Samordnet Opplegg for Stedfestet Informasjon*)⁵: permite o intercâmbio de dados geográficos relativos à Noruega;
- SPDFDM (*Standard Procedure and Data Format for Digital Mapping*): Procedimento Padrão e Formato de Dados para Mapeamento Digital, que possui procedimentos para captura e intercâmbio de dados relativos a levantamentos fotogramétricos; e
- STDS (*Spatial Data Transfer Standard*): Padrão de Transferência de Dados Espaciais, que é uma linguagem para comunicação de informação espacial.

Esses padrões atuais, para o intercâmbio de informação geográfica, foram e estão sendo preparados por um grupo de organizações, incluindo:

- ISO/IEC JTC1/SC21: ISO/IEC *Joint Technical Committee on Information Technology*. SC21 é um sub-comitê do JTC1 para interconexão entre sistemas abertos, gerência de dados e processamento distribuído aberto. Foi publicado o padrão ISO 8211 que é usado para intercâmbio de dados geográficos;
- ISO/IEC TC211: foi recentemente criado um comitê técnico para Informação Geográfica e Geomática (TC211) com sede na Noruega. Participam membros de 21 países e “observadores” de outros 14 países;
- CEN TC287: é uma organização de padronização europeia para a informação geográfica com delegados de 22 países, incluindo a Polônia, a Hungria e a Turquia, além de “observadores” de outros grupos (DGIWG, CERCO e IHO). Há 4 grupos de trabalho (WG: *Work Group*) no contexto do TC287:
 - WG1: fornece uma malha para a padronização;

⁵ Não tenho apresentada, infelizmente, a tradução dessa expressão do norueguês para o português.

- WG2: ocupa-se com modelos e aplicações;
 - WG3: ocupa-se com transferência de dados; e
 - WG4: ocupa-se com a concordância de sistemas de referência de localização.
- CEN TC279: é uma organização de padronização europeia para transportes rodoviários e telemática de tráfego. Há um grupo de trabalho VII que se ocupa com padrões no campo de Bancos de Dados geográficos rodoviários tais como o padrão GDF;
 - DWIWG (*Digital Geographic Information Working Group*): é um grupo de trabalho cujas atividades definem padrões usados para aplicações militares na Europa;
 - ANSI X3L1: é um sub-comitê nos EUA que se ocupa com padrões para transferência de dados espaciais. Ele é responsável pelo estabelecimento e pela aplicação dos padrões STDS nos EUA. Há um grupo de trabalho (o de número 2) desse comitê que trabalha com extensões SIG para SQL em conjunção com a Fundação *Open GIS*;
 - OGIS (*Open Geodata Interoperability Specification / Open GIS Foundation*): é um ambiente de sistema aberto voltado para o desenvolvimento de aplicações geográficas;
 - USGS (*US Geological Survey*): Serviço Geológico dos EUA;
 - ADV (*Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland*)⁶;
 - AFNOR (*Association Française de Normalisation*): Associação Francesa de Normalização;
 - ON (*Austrian Standards Institute*): Instituto Austríaco de Padrões;
 - BSI IST/36 (*British Standards Association*): Associação Britânica de Padrões;
 - FOMI (*Hungarian Institute of Geodesy, Cartography and Remote Sensing*): Instituto Húngaro de Geodésia, Cartografia e Sensoriamento Remoto;
 - JGSI (*Japanese Geographical Survey Institute*): Instituto Japonês de Levantamentos Geográficos;
 - NNI (*Netherlands Normalisation Institute*): Instituto de Normalização dos Países Baixos;
 - NMA (*Norwegian Mapping Authority*): Autoridade Norueguesa de Mapeamento;
 - SANLIS (*South African National Land Information Services*): Serviço Nacional de Informação sobre a Terra da África do Sul;
 - SIGN (*Spanish Instituto Geografica Nacional*): Instituto Espanhol Geográfico Nacional;

⁶ Não tenho apresentada, infelizmente, a tradução dessa expressão do alemão para o português.

- EUROGI (*European Umbrella Organization for Geographic Information*): Organização “Guarda-Chuva” Européia para a Informação Geográfica;
- CERCO (*Comité Européen des Responsables de la Cartographie Officielle*): Comitê Europeu Responsáveis pela Cartografia Oficial, que possui um grupo técnico que desenvolve a MEGRIN (*Multipurpose European Ground Related Information Network*): Rede Européia de Informação Relativa ao Terreno com Multipropósito, que está trabalhando em torno do ETDB (*European Territorial Database*): Banco de Dados Territorial Europeu;
- EUROSTAT, que se responsabiliza pelo desenvolvimento de padrões para a disseminação de dados geo-estatísticos com a Comissão Européia;
- AGI (*Association for Geographic Information*): Associação para a Informação Geográfica;
- IHO (*International Hydrographic Organization*): Organização Hidrográfica Internacional; e
- ICA (*International Cartographic Association*): Associação Cartográfica Internacional.

4. Metadados Geoespaciais Digitais (MGD)

4.1 O que são metadados

Um aspecto muito importante para o desenvolvimento de bases de dados de utilização por diversos grupos de usuários, com múltiplos interesses, é a **documentação** de seu conteúdo. Sem documentação apropriada, torna-se difícil, para os usuários, a localização dos dados necessários para as suas aplicações, bem como entender o seu significado. Uma vez encontrados os dados, normalmente é necessário conhecer como foram coletados, que acurácias (precisões) possuem e em que casos podem ser utilizados. As descrições desses dados armazenados em meio digital são, comumente, denominadas de **metadados**.

Um dicionário de dados pode ser usado para organizar os metadados. Ele poderá conter uma seção descrevendo, numa visão geral, como os dados são subdivididos em arquivos, que campos de registros se relacionam, e possuir tópicos tais como convenções adotadas em sua definição. Uma seção principal desse dicionário de dados deverá conter os metadados assim como as descrições de cada campo. Para cada campo, os seguintes itens podem ser incluídos (Jacobson, 1994):

- **nome;**
- **descrição;**
- **tipo;**
- **formato;**
- **métodos** utilizados para produzir os dados;
- **acurácia (precisão);**
- **unidades;** e
- qualquer **outra informação** que julgue relevante.

Considerando categorias gerais dos dados, descritos sob a forma de padrões em metadados, podem e devem ser propostos os seguintes itens: conteúdo, qualidade, formatos e condições de uso de dados geoespaciais. Esses itens são necessários para o desenvolvimento de projetos multidisciplinares para o uso em SIG. Esses padrões especificam o conteúdo das informações da base de metadados para um conjunto de dados geoespaciais digitais. Padrões já foram propostos e estão sendo aperfeiçoados em países de economia avançada, como os Estados Unidos⁷ e o Canadá⁸, e benefícios concretos têm surgido com a sua adoção, principalmente em função do

⁷ Nos Estados Unidos há um centro de pesquisa, de âmbito nacional, chamado *National Center of Geographic and Information Analysis* (NCGIA) que se ocupa com projetos interinstitucionais voltados para desenvolvimento e uso de tecnologias da informação empregadas em aplicações geográficas. Além disso, adotam-se, naquele país, os padrões estabelecidos pelo *Federal Geographic Data Committee* para o conteúdo dos MGD.

⁸ No Canadá adota-se o padrão estabelecido no contexto do *Standard Archive and Interchange Format* (SAIF).

alto custo na coleta e na aquisição desses dados. Os padrões a serem, de forma introdutória, apresentados e comentados aqui, e alguns de seus elementos especificados, se referem à informação de conteúdo para conjuntos de dados geoespaciais digitais. O propósito para o estabelecimento desses padrões é fornecer terminologia e definições comuns para conceitos relacionados a esses MGD.

É possível estabelecer padrões de forma que organizações possam ser convidadas e encorajadas a usá-los para documentar seus dados geoespaciais. A razão principal para a documentação desses dados é a manutenção dos investimentos das organizações em seus dados geoespaciais. Organizações que não documentam seus dados, freqüentemente, com o decorrer do tempo, ficam sujeitas à superposição de esforços de coleta e manutenção de seus dados, vulneráveis a problemas de inconsistências, e, principalmente, pagarão um alto custo pelo não uso, ou uso impróprio dessa informação. Elas necessitam de um maior controle dos seus dados e, cada vez mais, também conhecer melhor o conteúdo e a qualidade dos mesmos, de forma automatizada e eficiente. Outro motivo importante para o estabelecimento desses padrões é a necessidade de disseminação das informações e acesso àquelas informações mantidas na organização, ou de propriedade de outras organizações. Os padrões especificam o formato e quais informações são relevantes, permitindo os usuários a conhecer os dados existentes e a sua adequabilidade para suas aplicações, assim como as condições para acessá-los. Padrões como esses ajudam também à execução de transferência de dados para sistemas de outras organizações, ou para outros usuários, além de promover intercâmbio de informações.

Um ponto de partida para coordenar a aquisição e o acesso a dados geoespaciais pode estar na determinação de uma infraestrutura de dados espaciais, a princípio em âmbito nacional, mas com possibilidade de globalização, num esforço conjunto das instituições depositárias desses dados. Várias aplicações e organizações podem ser beneficiadas por esses padrões. Neste trabalho já foram citadas algumas organizações brasileiras que produzem dados geoespaciais e podem ser mantenedoras de MGD. A ordem na qual os elementos desses dados são avaliados e a relativa importância dos elementos desses dados não serão as mesmas para todos os usuários, ou para todos os projetos que usam os metadados. Usuários de diferentes projetos, ou em diferentes estágios de avaliação, podem requerer ou preferir que um conjunto de informações esteja disponível, em diferentes níveis de abstração, ou em diferentes formas e formatos.

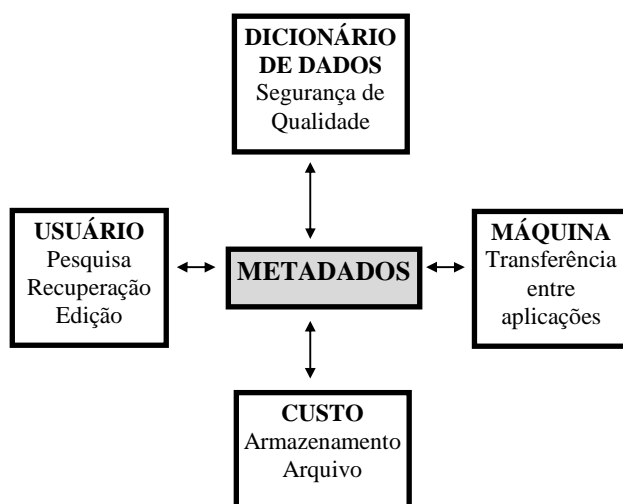
Os padrões de conteúdo dos MGD podem definir elementos de dados para os seguintes tópicos:

- a **identificação** do conjunto de dados;
- a **qualidade dos dados**, incluindo atributos de acurácia (precisão), completeza (plenitude), consistência, fontes de informação e métodos usados para produzir os dados;
- a **organização dos dados** espaciais através do mecanismo usado para representar a informação no conjunto de dados;

- a **referência espacial** descrevendo, por exemplo, sistemas de projeção cartográfica ⁹, sistemas de coordenadas terrestres ¹⁰ e referenciais plani-altimétricos de natureza geodésica (datum horizontal ¹¹ e datum vertical ¹²);
- o **modelo de dados**, possuindo informações relativas a atributos e entidades (no caso do modelo relacional) ou classes e objetos (no caso do modelo orientado a objetos), incluindo tipos e atributos, além dos domínios a partir dos quais os valores dos atributos podem ser válidos;
- **distribuição, localização, e procedimentos** para a obtenção dos dados (onde se encontram os dados e como proceder para obtê-los); e
- a **atualidade** dos metadados (tempo de vida indicativo da validade dos dados).

A Figura 1 mostra aspectos do uso de metadados e os elementos envolvidos em sua definição, numa visão do usuário.

Figura 1: Elementos Envolvidos nos Metadados.



Organizações mantenedoras de Bancos de Dados Estatísticos no Brasil já estão prevendo o uso de metadados em função da necessidade de clarificação semântica da informação estatística.

⁹ Os sistemas de projeção cartográfica podem, numa classificação geral, ser, segundo o tipo de plano de projeção: planos, cônicos ou cilíndricos, e, segundo a propriedade preservada: conformes, equivalentes ou equidistantes.

¹⁰ Os sistemas de coordenadas terrestres mais comuns são: UTM (Universal Transverse of Mercator), geográfico, geodésico e topográfico.

¹¹ Datum horizontal significa referencial geodésico planimétrico, isto é, um conjunto de parâmetros definidores associados a estações com coordenadas geodésicas conhecidas, base geodésica determinada e azimute de uma direção estabelecido. Esses parâmetros são responsáveis pela "origem" das coordenadas geodésicas das estações que compõem parte da Rede Geodésica Brasileira.

¹² Datum vertical significa referencial geodésico altimétrico, isto é, uma estação com coordenada geodésica conhecida e bem determinada (altitude). Esses parâmetro é responsável pela "origem" das altitudes das estações geodésicas (referências de nível) que compõem parte da Rede Geodésica Brasileira.

Segundo Bevilaqua (1994) quanto maior o volume e a diversidade de dados a manipular, mais complexa será a tarefa de identificação do conteúdo da Base de Dados e da terminologia adotada para os seus atributos. Metadados, ainda segundo aquele autor, chegam a constituir um Banco de Dados em separado do Banco de Dados Estatístico Convencional.

Segundo French (1992), a noção e o entendimento sobre metadados, no contexto de Bancos de Dados Não Convencionais (Científicos), estão sempre associados a um sentimento intuitivo na sua definição. Na prática, tem-se aceito e adotado que metadados estão intimamente relacionados com algo que descreve quem ou algo, o que, onde, quando, por que e como dados são coletados. Mesmo sem uma definição formal bem estabelecida, ainda segundo aquele autor, dados e metadados possuem uma forte relação no estabelecimento de suas descrições.

Blott (1995) define metadados como sendo um termo técnico utilizado tanto para sistemas geográficos como para sistemas de Banco de Dados. Para evitar confusão, ele sugere que seja adotado o termo **metadados geoespaciais** (ou **geográficos**) no contexto das aplicações geográficas, isto é, tratando de dados georreferenciados, e **meta-arquivos** (*metafiles*) quando do enfoque no contexto de Banco de Dados. A informação relativa a esquemas de Banco de Dados não deve ser confundida com o conceito de metadados, quando adota-se metaesquema como sinônimo de metadados.

Organizações nos Estados Unidos e no Canadá, por exemplo, já estabeleceram padrões uniformes de MGD. Esses padrões cobrem conteúdo e semântica dos metadados, incluindo sua documentação detalhada e também sua representação digital. Esses metadados são atualmente utilizados com níveis variados de detalhes, abordando, numa visão geral, os seguintes tópicos:

- **controle de qualidade:** metadados detalhados são essenciais para permitir a garantia de qualidade da informação nas organizações que produzem e mantêm grandes bases de dados. Os metadados documentam por completo o ciclo-de-vida dos dados, incluindo sua coleção, pré-processamento e manutenção. Esse tipo de metadados normalmente é muito pormenorizado;
- **intercâmbio de dados:** devido ao alto custo na coleta e aquisição de dados geoespaciais, por meio de levantamentos específicos, o intercâmbio desses dados é encorajado pelas organizações e promovido pelos produtores desses dados, tornando-se uma regra geral no processamento da informação geoespacial. Os dados geoespaciais que faltam ou que são mal interpretados, representam uma das fontes de erros e de incertezas quando se trata do uso de Bancos de Dados externos às organizações. Os detalhes encontrados nos metadados, relativos a grandes bases de dados, contribuem para evitar esses tipos de problema; e
- **diretórios de dados:** a necessidade de reuso (reutilização) de conjuntos de dados caros motiva o estabelecimento de diretório de dados. Eles permitem que os usuários conheçam e acessem as descrições de conteúdo de conjuntos de dados, sem ser necessário acesso aos dados propriamente ditos a partir de sua base. Um exemplo típico: usuários estão interessados em conhecer e localizar dados para uma determinada região geográfica. Diretórios devem ser criados pelas organizações contendo descrições do conteúdo dos metadados de bibliotecas digitais a partir de suas fontes. Esses metadados tipicamente requerem um nível baixo de minúcias.

Numa tentativa válida de definir o que são metadados pode-se, afirmar que: **metadados (metainformações, meta-arquivos ou metaesquemas)** ¹³ **são Bancos de Dados onde são armazenadas informações relativas às descrições dos dados que compõem as suas bases de dados.**

Os metadados se ocupam com os requisitos relativos ao armazenamento e à consulta, independentemente dos dados primários contidos nas suas bases. Os SIG normalmente oferecem meios de armazenamento de algumas descrições das bases de dados. Essas descrições são referentes a lista de temas e suas regiões ou localizações geográficas.

Estudos têm sido feitos no âmbito de encontrar um melhor entendimento e clareza dos requisitos básicos de um gerenciador de metadados geoespaciais, de um modelo apropriado para representação desses dados e de um sistema de armazenamento de dados eficiente. Quais são os requisitos para recuperação desses dados por um gerenciador? Em que contexto de arquitetura deve esse gerenciador operar? Como pode um SGBD ser estendido para atender a esses requisitos? Blott (1995) propõe respostas a essas perguntas.

O volume e a complexidade dos dados geoespaciais em geral, relativas às diversas aplicações SIG, contribuem para a tendência mundial direcionada ao estudo e ao estabelecimento de padrões da informação geográfica e de conteúdos de metadados para esse propósito. Esses dados, normalmente, provém de levantamentos de dados de relevo (Sensoriamento Remoto, Topografia Clássica, Geodésia Clássica, Fotogrametria, Sistema de Posicionamento Global, etc...), de população (censos econômicos, agropecuários, demográficos, etc...) e de ambiente (coleta de dados físicos meteorológicos, etc...).

French (1992) apresenta duas classes gerais de metadados, que descrevem:

- as **características físicas ou estruturais** dos dados: permite decodificar *bits* em valores inteiros, reais e outras estruturas. Por exemplo, conversão de um arquivo no formato binário (linguagem de máquina) para o formato ASCII, sem perda de informação, destinado à impressão;
- a **interpretação lógica** dos dados: necessidade de localizar dados, em um determinado contexto, e de permissão para a sua interpretação.

4.2 Para que servem os MGD

Os metadados existem para permitir o conhecimento e o acesso a dados geoespaciais e dinamizar consultas a bases de dados. É muito comum existir experiências frustradas em tentativas exaustivas à procura de mapas, fotografias aéreas, arquivos estáticos e outros dados para serem utilizados no âmbito de SIG ou outra tecnologia. Em muitos casos descobre-se que não há descrições suficientemente detalhadas que permitam determinar seu uso.

¹³ Metadados, numa forma simplificada, pode ser considerado sinônimo de metainformações, meta-arquivos e metaesquemas.

Existindo padrões para os metadados, a procura torna-se mais eficiente e segura, onde pessoas, usuários em geral, conhecem quais dados estão disponíveis e se eles se adequam às suas necessidades imediatas, como adquiri-los e como transferi-los para o seu sistema local. Isso também ajudará as pessoas que geram dados geoespaciais a compartilhá-los com outros usuários. Obviamente que compartilhamento de dados pode agilizar a conclusão de projetos multidisciplinares, garantir qualidade à pesquisa e tomada de decisão, além de reduzir custos e minimizar duplicação de esforços. Esses argumentos são fortes o suficiente para se investir nessa tecnologia.

4.3 Atualização: o tempo de vida dos metadados

Elementos descritivos relativos à atualidade do conjunto de dados podem ser encontrados nos MGD. O tempo de vida dos metadados pode ser estabelecido pela instituição responsável pela geração e manutenção dos metadados. As aplicações geográficas devem considerar, em seus projetos técnicos, a atualidade dos metadados e de seu conteúdo. Em trabalhos voltados para o planejamento territorial (urbano e rural) esse é um fator importante, por exemplo. A perspectiva da historicidade é outro exemplo cujo fator tempo é essencial para a Análise Espacial.

4.4 Sistemas de Banco de Dados, MGD e reutilização de dados geoespaciais

Os SGBD Relacionais e Orientados a Objetos em aplicações geográficas devem suportar o armazenamento, a consulta e a análise de dados estruturados, dados espaciais e seus metadados. Atualmente as aplicações geográficas que fazem uso da tecnologia de Bancos de Dados possuem uso restrito, particularmente se tratando de metadados. Em primeiro lugar, isso ocorre devido a conceitos de linguagem de consulta e de modelagem de dados para acesso a metadados que são identificados como pobres no seu suporte. Em segundo lugar, os sistemas comerciais possuem um sistema de armazenamento e estratégias de processamento de consultas que não estão totalmente preparados para manipular dados complexos.

Estudos apontam parâmetros que podem ser empregados na avaliação e validação de MGD. Alguns parâmetros que podem ser utilizados para desenvolvimento de software e que também podem ser empregados para avaliar métodos e modelos já existentes de MGD são, segundo Crispim (1991):

- Avaliação segundo o objetivo utilizabilidade para construção. Os fatores são: aplicabilidade, expressividade, facilidade de aprendizado para construção e facilidade de uso; e
- Avaliação segundo o objetivo utilizabilidade para avaliação. Os fatores nesse caso são: verificabilidade e validabilidade.

No caso de MGD, um estudo detalhado para sua avaliação e sua validação deve ser feito de forma a decidir que modelo ou método deve ser melhor aplicado na modelagem dos dados.

4.5 Dados que devem ser armazenados, documentados e descritos nos MGD

Os MGD devem conter informações que a instituição responsável pela sua manutenção julgue importante. Sendo assim, é notado que os dados relevantes são basicamente aqueles mais comuns e mais utilizados na vasta gama de aplicações geográficas.

O propósito do estabelecimento dos MGD é fornecer um conjunto de descrições associadas a conceitos e representações do mundo real, que podem ser utilizados no desenvolvimento de aplicações geográficas. Os elementos de dados definidos nos MGD devem possuir aspectos inerentes e pertinentes às aplicações geográficas sobre eles desenvolvidas e modeladas.

4.6 Estratégias para promover o uso dos padrões dos MGD

Uma ampla discussão deve ser iniciada no Brasil no sentido do estabelecimento dos metadados em questão. Deve-se proceder de forma a divulgar sua aplicabilidade e suas vantagens no uso. A avaliação sugerida por Crispim (1991) para o desenvolvimento de software poderá apontar as melhores soluções nos métodos e modelos de MGD. Debates e mesas redondas formadas por membros de órgãos produtores de dados geoespaciais no Brasil são necessárias, para que seja alcançado os principais objetivos de organizar os dados e dar acessibilidade a eles, dentre outros. Estratégias para promover esses padrões devem ser calcadas no aspecto da transparência dos modelos de dados e dos conteúdos das bases de dados geográficas, uma vez que os dados representam informações associadas a investimentos.

4.7 MGD, Sistemas de Catálogos e Bibliotecas Digitais

Um aspecto importante relativo a MGD é o acesso às Bibliotecas Digitais, em particular, àquelas que documentam e armazenam mapas, cartas e plantas na forma digital. Um exemplo de aplicabilidade dos MGD no contexto de Bibliotecas Digitais pode ser visto no Projeto Alexandria que será descrito a seguir.

O Diretor do Projeto, Terence R. Smith, da Universidade da Califórnia em Santa Bárbara - EUA apresenta a **BIBLIOTECA DIGITAL ALEXANDRIA**:

O objetivo do projeto é desenvolver um sistema distribuído que forneça uma extensão dos serviços de biblioteca para coleções de informação gráfica referenciada espacialmente, incluindo mapas digitalizados e imagens. Os usuários do projeto vão, desde crianças do Ensino Fundamental, até pesquisadores acadêmicos e pesquisadores/servidores de órgãos públicos.

Características do protótipo do projeto:

- estabelece uma plataforma para a avaliação e refinamento do projeto inicial de uma interface gráfica para o usuário;

- Utiliza um *benchmark* para o atual estado da arte sobre a manipulação de dados espaciais digitais;
- possui facilidade limitada a usuários locais no acesso a coleções de mapas digitalizados, imagens, fotografias aéreas e qualquer outro tipo de informação gráfica.
- baseado em software de SIG fornecido pela empresa ESRI (Environment Spatial Resource Institute), software de pesquisa textual fornecido por Conquest e hardware fornecido pela empresa DEC.

Outras características gerais:

- a interface suporta linguagens de consulta baseada na interpretação visual e baseada em texto;
- permite ao usuário visualizar e editar dados que satisfaçam às suas consultas;
- permite ao usuário manipular conjuntos selecionados de dados transmitidos para locais de sua escolha;
- permite o particionamento do processamento entre o nó do cliente e nós dos servidores;
- possui sistema de catálogo baseado em um SGBD suportando informação, que inclui índices e metadados sobre os itens armazenados na biblioteca;
- os metadados envolvem: descrições textuais abstratas dos dados e conjuntos de dados reduzidos;
- os metadados possuem:
 - dados referenciados e indexados espacialmente, em muitos diferentes tipos, e com uma vasta variedade de representações;
 - modelo de dados apropriado para organizar os dados e os metadados;
- Produtos de alto nível: uma plataforma flexível para o desenvolvimento de ferramentas e interfaces de software específicas da aplicação ou do usuário;
- Produtos de baixo nível: organização de armazenamento, esquemas de índices, métodos de acesso e suporte para acesso distribuído;
- reprocessamento de dados para formatos óticos voltados para pesquisa, edição e recuperação;
- testes e ensaios com o sistema envolveram:

- popularização do sistema com coleções de dados gráficos indexados espacialmente;
- compatibilização com padrões de dados espaciais digitais, metadados espaciais e bibliotecas digitais;
- escalabilidade e desempenho do sistema são baseados na estratégia envolvendo uma arquitetura modular, estruturas e modelos de dados apropriados, suporte de computação paralela e o uso de redes de comunicação de dados de alta velocidade;
- avaliação do sistema com usuários baseada em aplicação sistemática de técnicas de fatores humanos.

Instituições envolvidas com o projeto:

- **Universidade da Califórnia:** Laboratório de Imagens e Mapas, Departamento de Ciência da Computação, Departamento de Engenharia de Computação e Elétrica, Centro Nacional para Análise e Informação Geográfica (NCGIA), Centro de Sensoriamento Remoto e Ótica Ambiental e a Escola de Graduação de Educação.
- **Universidade Estadual de Nova Iorque (Buffalo):** Centro de Automação de Biblioteca e a Biblioteca de *Sunny*.
- **Universidade de Maine (Orono).**
- **Outras bibliotecas:** Biblioteca do Congresso Americano, Biblioteca do U.S. Geological Survey e a Biblioteca Pública de St. Louis.
- **Empresas da área industrial:** AT&T, Digital Equipment Corp. (DEC), Environment Systems Research Institute (ESRI), Xerox e Conquest.

4.8 Exemplos de padrões de conteúdo de MGD

São apresentados exemplos de padrões de conteúdo para MGD relativos à qualidade de dados. Numa visão geral, nesse enfoque, podem ser citados os seguintes itens para a determinação de categorias de dados:

- **Linhagem** do conjunto de dados: a linhagem do conjunto de dados se refere à identificação do material fonte e as manipulações necessárias para produzir o conjunto de dados digitais;
- **Fontes e histórico** do processamento: um conjunto de dados digitais pode ser composto de informação a partir de uma variedade de fontes podendo envolver também múltiplas etapas de processamento;

- **Atualidade** de dados: elementos de padrões de conteúdo identificam datas do material fonte e do processamento. Data e frequência das atualizações também podem ser consideradas;
- **Acurácia (exatidão) de atributo e posicional**;
- **Acurácia (exatidão) de dados**: é a aproximação dos resultados de observações, ou estimativas para valores reais ou ainda valores aceitos como sendo verdadeiros;
- **Precisão**: é o grau de concordância com (aceitação de) um conjunto de observações ou resultados de testes quando um método é utilizado;
- Elementos de **qualidade de dados**: os padrões de conteúdo têm preferência por uma determinação quantitativa de qualidade temática, qualidade espacial e qualidade de atributo;
- **Qualidade temática**: acurácia horizontal;
- **Qualidade temática**: acurácia de atributo;
- **Precisão de medição**: os levantamentos envolvem, por exemplo, medições de distância e cálculo de áreas;
- **Consistência lógica**: fidelidade de relacionamentos codificados na estrutura de dados do conjunto de dados digitais;
- **Completeza**: relacionamento entre objetos representados e o universo abstrato de todos tais objetos; e
- **Resolução**: a diferença mínima entre dois valores medidos independentemente que podem ser distingüidos por meio de um método analítico empregado.

Padrões cadastrais ¹⁴, por exemplo, já foram estabelecidos por meio de um comitê composto por organizações governamentais nos EUA no sentido de tornar aplicável, para toda coleção de dados cadastrais, a automação de registros de propriedades que envolvem órgãos em todos os níveis de governo e também órgãos no setor privado (FGDC(a), 1994). Esses padrões poderão:

- fornecer um **repositório** de dados para a informação armazenada publicamente;
- produzir **valores de coordenadas** a partir de informação contida nos padrões usando métodos de análise matemática e estatística;
- permitir o **controle de dados** espaciais;
- fornecer **informação padronizada** para a informação de controle espacial incluindo: controle espacial relativo a pontos extremos de quadrículas identificados, metadados relacionados à linhagem e à qualidade, e o controle espacial que está relacionado a áreas legais identificadas; e

¹⁴ No contexto do FGDC, existem vários subcomitês, que serão apresentados na seção 7.2., que tratam de alguns tipos gerais da informação geográfica. Um deles se ocupa exclusivamente de dados cadastrais.

- permitir **informação de registro de propriedades** seguindo os padrões para serem registrados por meio de uma representação gráfica de sua extensão espacial.

A função desses padrões é, basicamente, fornecer as definições e formar uma rede para automatizar registros de propriedades e dados cadastrais, padronizados, em todos os níveis governamentais e também no setor privado, conforme já foi dito. Os padrões resultantes poderão acomodar e tornar possível a automação dos dados, exatamente como eles se encontram no registro público.

Os objetivos são obter resultados onde procura-se:

- fornecer **definições comuns** para a informação cadastral encontrada em registros públicos para facilitar o seu uso efetivo, o seu entendimento e, obviamente, a automação desses registros de propriedades;
- valores de **atributos padronizados** permitindo um bom compartilhamento de dados;
- resolver **discrepâncias** relacionadas ao uso de **homônimos** e **sinônimos** em sistemas de registro de propriedades federais para minimizar duplicação com e entre aqueles sistemas;
- fornecer **guia e direção** através da documentação de atributos padronizados e definições para aperfeiçoar a criação, a gerência e o uso de registro de propriedades;
- usar de **forma participativa** os padrões e se envolver, direta e indiretamente, com o desenvolvimento de padrões, para que possam ser alcançadas as organizações em geral, além de sensibilizar as organizações não governamentais e encorajá-las a desenvolver aplicações baseadas nesses padrões;
- desenvolver **procedimentos padronizados** e processos para coleção de dados cadastrais minimizando a duplicação de esforços individuais e coletivos; e
- desenvolver um **perfil cadastral** para metadados geoespaciais digitais permitindo a inclusão de dados cadastrais nas agências federais de dados espaciais.

Um outro exemplo que pode ser citado é aquele relativo às mudanças a nível global que ocorrem no Meio Ambiente, que devem ser entendidas e monitoradas pelo homem. Documentar essas mudanças tornou-se uma tarefa fundamental no sentido de se compreender as interações do homem com o Meio Ambiente. Não há e nunca haverá um padrão global de comportamento do Meio Ambiente, pois os requisitos para a análise ambiental mudam muito rapidamente, mas essas mudanças podem e devem ser refletidas nos metadados (Bretherton, 1994).

Além disso, podem ser classificados os seguintes grupos de dados nos MGD:

- **Linhagem** dos dados e **fontes** de informação;
- Elementos descritivos da **atualidade** do conjunto de dados;
- **Qualidade** dos dados; e

- Elementos descritivos da **completeza (plenitude)** e **consistência lógica** do conjunto de dados.

A seguir serão apresentadas algumas tabelas que mostram esses grupos de dados descritos com mais detalhe, proposto por Hansen(a) (1994):

Tabela 1: Seções dos padrões de conteúdo para os MGD.

SEÇÕES	MAIORES GRUPOS DE ELEMENTOS
Informação sobre a identificação	<ul style="list-style-type: none"> • Descrição/identidade • Atualidade e qualidade dos dados • Coordenadas de brodas e gráficos • Ambiente nativo co conjunto de dados • Citação do conjunto de dados • Restrições do conjunto de dados
Referência espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura de dados espaciais • Sistemas de coordenadas espaciais • Descrição da feição espacial e resolução espacial
Estado	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade dos dados e esquema de atualização
Fonte	<ul style="list-style-type: none"> • Citações da fonte para os componentes dos dados
Histórico do processamento	<ul style="list-style-type: none"> • Etapas do processamento e fontes
Entidade/atributo	<ul style="list-style-type: none"> • Definições de entidade/atributo, domínios e fontes
Distribuição	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de distribuição dos dados e contato
Referência dos MGD	<ul style="list-style-type: none"> • Informação sobre o estado dos MGD
Contato	<ul style="list-style-type: none"> • Nome, endereço e telefone do contato

Tabela 2: Linhagem e fontes de informação.

COMPONENTES	SEÇÃO DOS MGD	ELEMENTOS DOS MGD
Linhagem da aquisição de dados	<ul style="list-style-type: none"> • Histórico do processamento • Fonte 	<ul style="list-style-type: none"> • Descrição do processo • Identidade da fonte • Contribuição da fonte
Fonte de definição de atributo	<ul style="list-style-type: none"> • Entidade/atributo • Fonte de informação 	<ul style="list-style-type: none"> • Fonte de definição de tipo de entidade • Fonte de definição de atributo • Fonte de definição de domínio • Contribuição da fonte
Etapas do processamento	<ul style="list-style-type: none"> • Histórico do processamento • Informação de fonte 	<ul style="list-style-type: none"> • Identidade da fonte • Contribuição da fonte

Tabela 3: Elementos descritivos da atualidade do conjunto de dados.

ATUALIDADE DOS DADOS	SEÇÃO DOS MGD	ELEMENTOS DOS MGD
Visão geral do conjunto de dados	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação • Estado 	<ul style="list-style-type: none"> • Data de início do conteúdo da informação • Data de término do conteúdo da informação • Manutenção e frequência da atualização
Componente entidade/atributo	<ul style="list-style-type: none"> • Entidade/atributo • Histórico do processamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Data de início • Data de término • Frequência de medição • Data do processamento
Componente espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Histórico do processamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Data do processamento

Tabela 4: Qualidade dos dados.

COMPONENTE	SEÇÃO DOS MGD	ELEMENTOS DOS MGD
Determinação da qualidade temática	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinação da acurácia quantitativa • Determinação da acurácia qualitativa
Dados de atributo	<ul style="list-style-type: none"> • Entidade/atributo 	<ul style="list-style-type: none"> • Informação sobre a acurácia entidade/atributo
Componente espacial <ul style="list-style-type: none"> • Qualidade posicional horizontal • Qualidade posicional vertical 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação • Identificação 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinação da acurácia quantitativa • Determinação da acurácia qualitativa • Determinação da acurácia quantitativa • Determinação da acurácia qualitativa
Precisão dos valores dos dados (dados de atributo)	<ul style="list-style-type: none"> • Entidade/atributo 	<ul style="list-style-type: none"> • Precisão da medição de atributo

Tabela 5: Elementos descritivos da consistência lógica e da completeza do conjunto de dados.

COMPONENTE		SEÇÃO DOS MGD	ELEMENTOS DOS MGD
Consistência lógica	<ul style="list-style-type: none"> • Visão geral de • Dados atributo 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação • Entidade/atributo 	<ul style="list-style-type: none"> • Consistência lógica • Completeza • Domínio enumerado • Domínio alcance • Domínio do conjunto de códigos
Completeza	<ul style="list-style-type: none"> • Visão geral de • Dados atributo • Componente espacial • Posição horizontal • Posição vertical 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação • Entidade/atributo • Identificação • Referência espacial <ul style="list-style-type: none"> • Representação por par de coordenadas • Representação de distância e “bearing” • Representação de posição raster • Referência espacial 	<ul style="list-style-type: none"> • Completeza • Dimínio não representado • Polígono G ¹⁵ • Polígono G exclusão Anel G ¹⁶ • Resolução de abscissa • Resolução de ordenada • Resolução de distância • Resolução de “bearing” • Resolução de linha • Resolução de coluna • Resolução vertical

¹⁵ Polígono G significa um polígono genérico.

¹⁶ Anel G significa um anel genérico.

De uma forma generalizada, os metadados e seus padrões podem ser organizados da seguinte forma, em seções:

- Identificação;
- Referência Espacial (*);
- Estado;
- Fonte;
- Histórico do processamento;
- Modelos de Dados (Relacional Entidade/Atributo e Orientado a Objetos);
- Distribuição;
- Referência dos MGD; e
- Contato.

(*) Esse caso será tratado com mais profundidade neste trabalho, a partir de agora.

Central aos padrões propostos estarão as informações sobre de referência geoespacial. A georreferência é fundamental para a análise espacial, tão importante para várias aplicações geográficas. Segundo FGDC(b) a referência espacial pode ser assim organizada, no contexto dos padrões do metadados:

- ◆ Informação sobre a referência espacial
 - ◇ Definição de sistema de coordenadas horizontal
 - **Geográfico**
 - Resolução de latitude geográfica
 - Resolução de longitude geográfica
 - Unidades de coordenadas geográficas
 - **Plano**
 - Sistema de projeção cartográfica
 - Sistema de coordenadas de malha
 - Plano local
 - Informação de coordenada plana
 - **Local**
 - Descrição local
 - Informação de georreferência local
 - **Modelo geodésico**

- Nomes do datum horizontal e do datum vertical
- Nome do elipsóide de referência
- Parâmetros definidores do elipsóide de referência: semi-eixo maior e o denominador da razão de achatamento
- ◇ Definição de sistema de coordenadas vertical
 - **Definição de sistema de altitude**
 - Nome do datum vertical
 - Resolução da altitude
 - Unidades da distância da altitude
 - Método de codificação da altitude
 - **Definição de sistema de profundidade**
 - Nome do datum de profundidade
 - Resolução da profundidade
 - Unidades de distância da profundidade
 - Método de codificação da profundidade

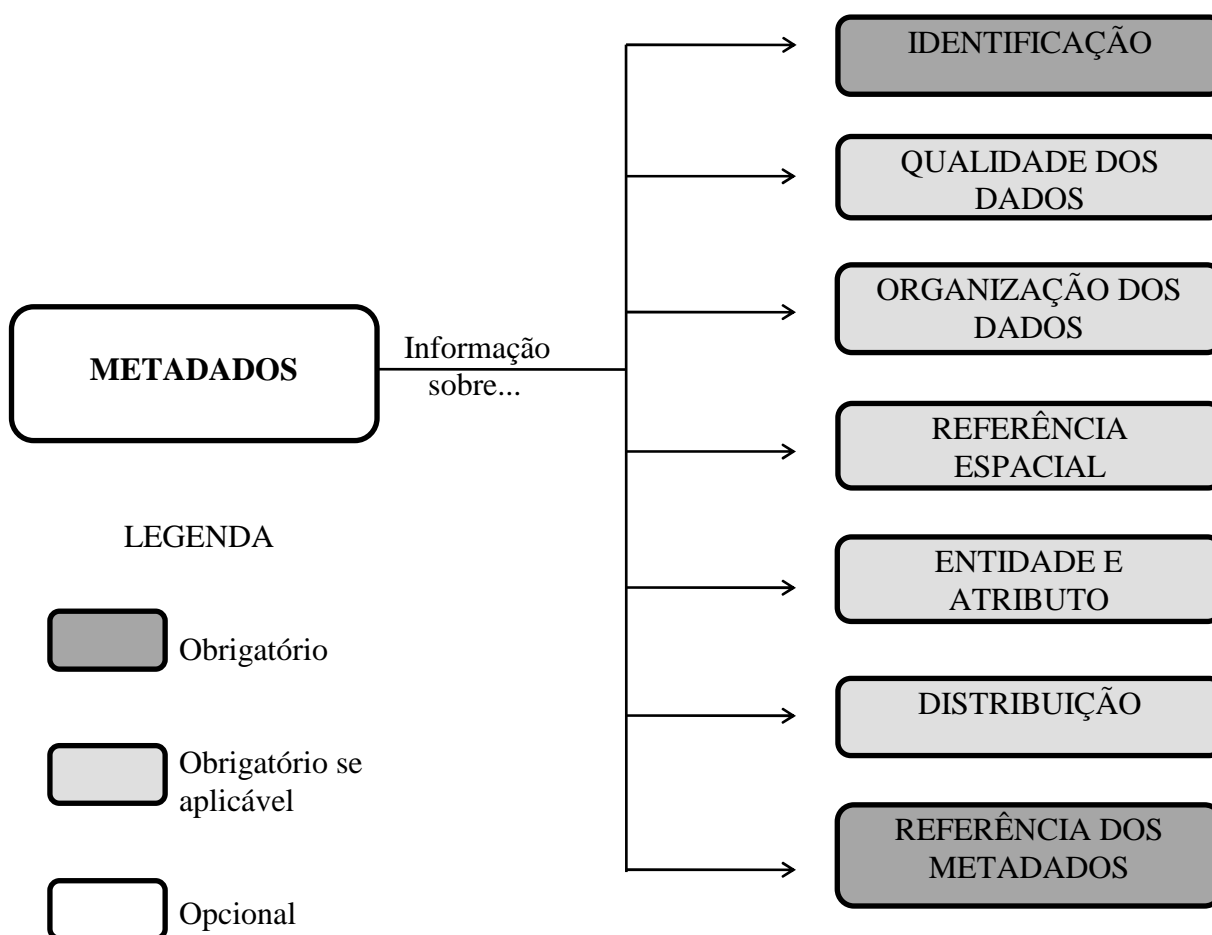
Os elementos para os padrões da georreferência para o Brasil podem ser adaptados a partir dos propostos anteriormente e, preliminarmente, assim apresentados:

- * **Sistemas de coordenadas terrestres:**
 - Sistema de coordenadas geográficas (φ, λ) (geocêntricas e esféricas);
 - Sistema de coordenadas plano-retangulares (UTM (E,N), topográfico local (topocêntricas do tipo x,y,z), etc...);
 - Sistema de coordenadas geodésicas (Φ, Λ) (geocêntricas e elipsoidais).
- * **Sistemas de projeção cartográfica:**
 - planas;
 - cônicas;
 - cilíndricas;
 - conformes;
 - equivalentes;
 - eqüidistantes;
 - etc...
- * **Sistemas geodésicos:**
 - Elipsóide de referência: semi-eixo maior e achatamento;

- Referenciais geodésicos:
 - **Datum planimétrico:** SAD-69, Córrego Alegre, etc.... Envolvendo coordenadas geodésicas (Φ, Λ) de vértices especiais, azimutes e bases geodésicas (expressas em quilômetros).
 - **Datum altimétrico:** Torres, Imbituba, etc.... Envolvendo altitudes ortométricas e/ou geométricas de referências de nível especiais (expressas em metros).

Tratando de dados geodésicos, por exemplo, há uma proposta de organização do conteúdo dos MGD, apresentada por FGDC(a) (1994), como se segue:

Figura 2 : O padrão dos metadados, no contexto do FGDC, para dados geodésicos.



4.9 Padrões de conteúdo para MGD para a área de Geodésia

A partir de agora serão apresentados os itens encontrados e já estabelecidos na forma de padrões de conteúdo para MGD, para dados geodésicos, segundo FGDC(a) (1994):

1. INFORMAÇÃO SOBRE A IDENTIFICAÇÃO

1.1. Citação

- 1.1.1. Origem
- 1.1.2. Data da publicação
- 1.1.3. Tempo da publicação
- 1.1.4. Título
- 1.1.5. Edição
- 1.1.6. Forma de apresentação dos dados geoespaciais
- 1.1.7. Informação sobre séries
- 1.1.8. Informação sobre a publicação
 - 1.1.8.1. Local de publicação
 - 1.1.8.2. Publicador
- 1.1.9. Detalhes sobre outras citações
- 1.1.10. “Linkage on-line” (URL’s) ¹⁷
- 1.1.11. Citação de trabalho maior

1.2. Descrição

- 1.2.1. Abstrata
- 1.2.2. Propósito

1.3. Período de tempo do conteúdo

- 1.3.1. Referência da atualidade

1.4. Status

- 1.4.1. Progresso
- 1.4.2. Manutenção e frequência da atualização

1.5. Domínio espacial

- 1.5.1. Coordenadas de bordas
 - 1.5.1.1. Coordenada da borda oeste
 - 1.5.1.2. Coordenada da borda leste
 - 1.5.1.3. Coordenada da borda norte
 - 1.5.1.4. Coordenada da borda sul
- 1.5.2. Conjunto de dados do polígono G

1.6. Palavras-chave

- 1.6.1. Por tema
 - 1.6.1.1. “Thesaurus” ¹⁸ palavra-chave tema
 - 1.6.1.2. Palavra-chave tema
- 1.6.2. Por localização
 - 1.6.2.1. “Thesaurus” palavra-chave local

¹⁷ URL significa *Uniform Resource Locator*, um localizador de fontes uniformes.

¹⁸ *Thesaurus* significa um livro de sinônimos, normalmente incluindo palavras relacionadas e seus antônimos. Em alguns casos, pode estar relacionado com um conjunto de palavras e conceitos selecionados realtivo a um vocabulário especializado para uma área do conhecimento.

- 1.6.2.2. Palavra-chave local
- 1.6.3. Extrato
- 1.6.4. Temporal
- 1.7. Condições para o acesso
- 1.8. Condições para o uso
- 1.9. Ponto de contato
 - 1.9.1. Contato pessoal primário
 - 1.9.1.1. Pessoa para contato
 - 1.9.1.2. Organização para contato
 - 1.9.2. Posição (cargo) do contato
 - 1.9.3. Endereço para contato
 - 1.9.3.1. Tipo de endereço
 - 1.9.3.2. Endereço
 - 1.9.3.3. Cidade
 - 1.9.3.4. Estado ou província
 - 1.9.3.5. Código postal
 - 1.9.3.6. País
 - 1.9.4. Telefone/voz
 - 1.9.5. Telefone/(TDD/TTY) ¹⁹
 - 1.9.6. Telefone/fax
 - 1.9.7. Endereço de correio eletrônico
 - 1.9.8. Horário de serviço
 - 1.9.9. Instruções
- 1.10. “Browser” gráfico
- 1.11. Crédito do conjunto de dados
- 1.12. Informação sobre segurança
 - 1.12.1. Sistema de classificação de segurança
 - 1.12.2. Classificação de segurança
 - 1.12.3. Descrição sobre manipulação de segurança
- 1.13. Ambiente nativo do conjunto de dados
- 1.14. Referência cruzada
 - 1.14.1. Originador
 - 1.14.2. Data da publicação
 - 1.14.3. Tempo da publicação
 - 1.14.4. Título
 - 1.14.5. Edição
 - 1.14.6. Forma de apresentação dos dados geoespaciais
 - 1.14.7. Informação sobre séries
 - 1.14.8. Informação sobre a publicação
 - 1.14.8.1. Local da publicação
 - 1.14.8.2. Publicador
 - 1.14.9. Outros detalhes da citação
 - 1.14.10. “Linkage on-line” (URL’s)
 - 1.14.11. Citação de trabalho maior

¹⁹ TDD e TTY representam sistemas eletrônicos próprios de telefonia para usuários comuns e para usuários surdos.

2. INFORMAÇÃO SOBRE A QUALIDADE DE DADOS

- 2.1. Acurácia de atributo
 - 2.1.1. Relatório sobre a acurácia de atributo
 - 2.1.2. Determinação da acurácia de atributo quantitativa
 - 2.1.2.1. Valor da acurácia de atributo
 - 2.1.2.2. Explicação sobre a acurácia de atributo
- 2.2. Relatório sobre a consistência lógica
- 2.3. Relatório sobre a completude
- 2.4. Acurácia posicional
 - 2.4.1. Acurácia posicional horizontal
 - 2.4.1.1. Relatório da acurácia posicional horizontal
 - 2.4.1.2. Determinação da acurácia posicional horizontal quantitativa
 - 2.4.1.2.1. Valor da acurácia posicional horizontal (m)²⁰
 - 2.4.1.2.2. Explicação sobre a acurácia posicional horizontal
 - 2.4.2. Acurácia posicional vertical
 - 2.4.2.1. Relatório sobre a acurácia posicional vertical
 - 2.4.2.2. Determinação da acurácia posicional vertical quantitativa
 - 2.4.2.2.1. Valor da acurácia posicional vertical (m)
 - 2.4.2.2.2. Explicação sobre a acurácia posicional vertical
- 2.5. Linhagem
 - 2.5.1. Informação sobre a fonte
 - 2.5.1.1. Citação da fonte
 - 2.5.1.1.1. Originador
 - 2.5.1.1.2. Data da publicação
 - 2.5.1.1.3. Tempo de publicação
 - 2.5.1.1.4. Título
 - 2.5.1.1.5. Edição
 - 2.5.1.1.6. Forma de apresentação dos dados geoespaciais
 - 2.5.1.1.7. Informação sobre séries
 - 2.5.1.1.8. Informação sobre a publicação
 - 2.5.1.1.8.1. Local da publicação
 - 2.5.1.1.8.2. Publicador
 - 2.5.1.1.9. Detalhes maiores sobre a citação
 - 2.5.1.1.10. "Linkage on-line" (URL's)
 - 2.5.1.1.11. Citação sobre trabalho maior
 - 2.5.1.2. Denominador de escala fonte
 - 2.5.1.3. Tipo de meio de fonte
 - 2.5.1.4. Período de tempo da fonte de conteúdo
 - 2.5.1.4.1. Referência da atualidade fonte
 - 2.5.1.5. Abreviação da citação fonte
 - 2.5.1.6. Contribuição da fonte
 - 2.5.2. Etapa de processo
 - 2.5.2.1. Descrição do processo
 - 2.5.2.2. Abreviação da citação usada na fonte

²⁰ metros.

- 2.5.2.3. Data do processo
- 2.5.2.4. Tempo do processo
- 2.5.2.5. Abreviação da citação produzida na fonte
- 2.5.2.6. Contato do processo
 - 2.5.2.6.1. Contato pessoal primário
 - 2.5.2.6.1.1. Contato pessoal
 - 2.5.2.6.1.2. Organização do contato
 - 2.5.2.6.2. Posição (cargo) do contato
 - 2.5.2.6.3. Endereço do contato
 - 2.5.2.6.3.1. Tipo de endereço
 - 2.5.2.6.3.2. Endereço
 - 2.5.2.6.3.3. Cidade
 - 2.5.2.6.3.4. Estado ou província
 - 2.5.2.6.3.5. Código postal
 - 2.5.2.6.3.6. País
 - 2.5.2.6.4. Telefone/voz
 - 2.5.2.6.5. Telefone/(TDD/TTY)
 - 2.5.2.6.6. Telefone/fax
 - 2.5.2.6.7. Endereço de correio eletrônico
 - 2.5.2.6.8. Horário de serviço
 - 2.5.2.6.9. Instruções de contato

2.6. Percentagem de cobertura de nuvens

3. INFORMAÇÃO SOBRE A ORGANIZAÇÃO DE DADOS ESPACIAIS

- 3.1. Referência espacial indireta
- 3.2. Método da referência espacial direta
- 3.3. Informação sobre o objeto vetor e ponto
 - 3.3.1. Descrição do termo SDTS
 - 3.3.1.1. Tipo de objeto vetor e ponto do SDTS
 - 3.3.1.2. Contador de objeto vetor e ponto
 - 3.3.2. Descrição dos termos VPF
- 3.4. Informação de objeto raster

4. INFORMAÇÃO SOBRE A REFERÊNCIA ESPACIAL

- 4.1. Definição do sistema de coordenadas horizontais
 - 4.1.1. Geográficas
 - 4.1.1.1. Resolução da latitude
 - 4.1.1.2. Resolução da longitude
 - 4.1.1.3. Unidades das coordenadas geográficas
 - 4.1.2. Planas
 - 4.1.2.1. Sistema de projeção cartográfica
 - 4.1.2.1.1. Nome do sistema
 - 4.1.2.1.2. Parâmetros do sistema
 - 4.1.2.1.2.1. Paralelo padrão
 - 4.1.2.1.2.2. Longitude do meridiano central

- 4.1.2.1.2.3. Latitude da origem do sistema
- 4.1.2.1.2.4. Falso leste
- 4.1.2.1.2.5. Falso norte
- 4.1.2.1.2.6. Fator de escala no equador
- 4.1.2.1.2.7. Altitude do ponto de perspectiva acima da superfície
- 4.1.2.1.2.8. Longitude do centro de projeção
- 4.1.2.1.2.9. Latitude do centro de projeção
- 4.1.2.1.2.10. Fator de escala da linha central
- 4.1.2.1.2.11. Azimute da linha oblíqua
- 4.1.2.1.2.12. Ponto da linha oblíqua
- 4.1.2.1.2.13. Longitude contada diretamente a partir do pólo
- 4.1.2.1.2.14. Fator de escala da origem da projeção
- 4.1.2.1.2.15. Número LANDSAT
- 4.1.2.1.2.16. Número do caminho
- 4.1.2.1.2.17. Fator de escala do meridiano central
- 4.1.2.1.3. Definição de outras projeções
- 4.1.2.2. Sistema de coordenadas de GRID
 - 4.1.2.2.1. Nome do sistema de coordenadas de GRID
 - 4.1.2.2.2. UTM
 - 4.1.2.2.2.1. Número da zona UTM
 - 4.1.2.2.3. Projeção estereográfica polar universal
 - 4.1.2.2.4. Sistema de coordenadas plano estadual
 - 4.1.2.2.4.1. Identificador da zona
 - 4.1.2.2.5. Sistema de coordenadas de ARC
 - 4.1.2.2.6. Definição de outro sistema de GRID
- 4.1.2.3. Planar local
- 4.1.2.4. Informação sobre as coordenadas planas
 - 4.1.2.4.1. Método de codificação de coordenadas planas
 - 4.1.2.4.2. Representação de coordenadas
 - 4.1.2.4.2.1. Resolução de abscissa
 - 4.1.2.4.2.2. Resolução de ordenada
 - 4.1.2.4.3. Representação da posição e da distância
 - 4.1.2.4.3.1. Resolução de distância
 - 4.1.2.4.3.2. Resolução de posição
 - 4.1.2.4.3.3. Unidades de posição
 - 4.1.2.4.3.4. Direção de referência da posição
 - 4.1.2.4.3.5. Meridiano de referência da posição
 - 4.1.2.4.4. Unidades de distância plana
- 4.1.3. Local
- 4.1.4. Modelo geodésico
 - 4.1.4.1. Nome do datum horizontal
 - 4.1.4.2. Nome do elipsóide (de referência)
 - 4.1.4.3. Semi-eixo maior
 - 4.1.4.4. Denominador da razão de achatamento
- 4.2. Definição do sistema de coordenadas verticais
 - 4.2.1. Definição do sistema de altitudes
 - 4.2.1.1. Nome do datum vertical

- 4.2.1.2. Resolução da altitude
- 4.2.1.3. Unidades de distância de altitude
- 4.2.1.4. Método de codificação de altitude
- 4.2.2. Definição do sistema de profundidade
 - 4.2.2.1. Nome do datum de profundidade
 - 4.2.2.2. Resolução de profundidade
 - 4.2.2.3. Unidades de distância de profundidade
 - 4.2.2.4. Método de codificação de profundidade

5. INFORMAÇÃO SOBRE ENTIDADE E ATRIBUTO

5.1. Descrição detalhada

5.1.1. Tipo de entidade

- 5.1.1.1. "Label"
- 5.1.1.2. Definição
- 5.1.1.3. Fonte de definição

5.1.2. Atributo

- 5.1.2.1. "Label"
- 5.1.2.2. Definição
- 5.1.2.3. Fonte de definição
- 5.1.2.4. Valores de domínio
- 5.1.2.5. Unidades de medição
- 5.1.2.6. Resolução de medição
- 5.1.2.7. Data de início de valores
- 5.1.2.8. Data de término de valores
- 5.1.2.9. Informação de acurácia de valor
- 5.1.2.10. Frequência de medição

5.2. Descrição da visão geral

- 5.2.1. Visão geral de atributo e entidade
- 5.2.2. Citação de detalhe de entidade e atributo

6. INFORMAÇÃO SOBRE A DISTRIBUIÇÃO

6.1. Distribuidor

- 6.1.1. Contato pessoal primário
 - 6.1.1.1. Pessoa de contato
 - 6.1.1.2. Organização de contato
- 6.1.2. Posição de contato
- 6.1.3. Endereço de contato
 - 6.1.3.1. Tipo de endereço
 - 6.1.3.2. Endereço
 - 6.1.3.3. Cidade
 - 6.1.3.4. Estado ou província
 - 6.1.3.5. Código postal
 - 6.1.3.6. País
- 6.1.4. Telefone/voz
- 6.1.5. Telefone/(TDD/TTY)

- 6.1.6. Telefone/fax
- 6.1.7. Endereço de correio eletrônico
- 6.1.8. Horário de serviço
- 6.1.9. Instruções de contato
- 6.2. Descrição da fonte
- 6.3. Responsabilidade da distribuição
- 6.4. Processo de ordem de padrão
 - 6.4.1. Forma não digital
 - 6.4.2. Forma digital
 - 6.4.2.1. Informação sobre a transferência digital
 - 6.4.2.1.1. Nome do formato
 - 6.4.2.1.2. Número da versão do formato
 - 6.4.2.1.3. Data da versão do formato
 - 6.4.2.1.4. Especificação do formato
 - 6.4.2.1.5. Conteúdo da informação do formato
 - 6.4.2.1.6. Técnica de descompressão de arquivo
 - 6.4.2.1.7. Tamanho do transferidor (megabytes)
 - 6.4.2.2. Opção de transferência digital
 - 6.4.2.2.1. Opção “on-line”
 - 6.4.2.2.1.1. Informação sobre o contato computacional
 - 6.4.2.2.1.1.1. Endereço na rede
 - 6.4.2.2.1.1.1.1. Nome da fonte na rede
 - 6.4.2.2.1.1.1.2. Instruções de discagem
 - 6.4.2.2.1.1.2. Instruções para o acesso
 - 6.4.2.2.1.2. Instruções para o acesso
 - 6.4.2.2.1.3. Sistema de operação e de computador “on-line”
 - 6.4.2.2.2. Opção “off-line”
 - 6.4.2.2.2.1. Meio “off-line”
 - 6.4.2.2.2.2. Capacidade de registro
 - 6.4.2.2.2.2.1. Densidade de registro
 - 6.4.2.2.2.2.2. Unidades de densidade de registro
 - 6.4.2.2.3. Formato de registro
 - 6.4.2.2.4. Informação sobre compatibilidade
 - 6.4.3. Taxas (honorários)
 - 6.4.4. Instruções de ordem
 - 6.4.5. “Turnarounds” (dias) ²¹
- 6.5. Processo de ordem de serviço
- 6.6. Pré-requisitos técnicos
- 6.7. Período de tempo disponível
 - 6.7.1. Alcance de datas/horários
 - 6.7.1.1. Data de início
 - 6.7.1.2. Horário de início
 - 6.7.1.3. Data de término
 - 6.7.1.4. Horário de término

7. INFORMAÇÃO SOBRE A REFERÊNCIA DE METADADOS

²¹ *Turnarounds* significa uma estimativa de tempo gasto para atender à ordem de serviço disparada pelo usuário.

- 7.1. Data dos metadados
- 7.2. Data de revisão dos metadados
- 7.3. Data de futura revisão dos metadados
- 7.4. Contato para os metadados
 - 7.4.1. Contato pessoal primário
 - 7.4.1.1. Pessoa do contato
 - 7.4.1.2. Organização do contato
 - 7.4.2. Posição do contato
 - 7.4.3. Endereço do contato
 - 7.4.3.1. Tipo de endereço
 - 7.4.3.2. Endereço
 - 7.4.3.3. Cidade
 - 7.4.3.4. Estado ou província
 - 7.4.3.5. Código postal
 - 7.4.3.6. País
 - 7.4.4. Telefone/voz
 - 7.4.5. Telefone/(TDD/TTY)
 - 7.4.6. Telefone/fax
 - 7.4.7. Endereço de correio eletrônico
 - 7.4.8. Horário de serviço
 - 7.4.9. Instruções de contato
- 7.5. Nome do padrão dos metadados
- 7.6. Versão do padrão dos metadados
- 7.7. Convenção de tempo dos metadados
- 7.8. Condições de acesso aos metadados
- 7.9. Condições de uso dos metadados
- 7.10. Informação sobre segurança dos metadados
 - 7.10.1. Sistema de classificação de segurança dos metadados
 - 7.10.2. Classificação de segurança dos metadados
 - 7.10.3. Descrição sobre a manipulação dos metadados

4.10 Modelos de dados para os MGD

Sistemas projetados para a Gerência de Bancos de Dados Geoespaciais (SGBDG) tratam, tipicamente, de grandes volumes de dados e de dados complexos, envolvendo atributos gráficos e não-gráficos. Os projetistas de Bancos de Dados, voltados para suportar Sistemas de Informação Geográfica, estão sempre à procura de desenvolver funcionalidades, incluindo:

- processamento de consultas geográficas;
- persistência dos dados geoespaciais;
- capacidades de controle de concorrência;
- capacidade de execução de transações e controle de versões;
- evolução de esquemas;
- armazenamento e recuperação de dados geoespaciais;

- integridade de dados geoespaciais;
- garantia de segurança de dados geoespaciais; e
- análise de desempenho.

Um modelo de dados é definido como um conjunto de conceitos e regras de composição associadas para descrever tipos e relacionamentos entre instâncias desses tipos. Em um contexto relacional, o modelo de dados básico consiste em tabelas definidas através de registros e atributos, seguidos de um número de regras. Em um contexto de orientação a objetos situação equivalente há, mas nesse caso, são tratados conceitos de classes, objetos e as regras são associadas a algo diferente. A definição do modelo de dados inclui uma série de regras de composição. Uma parte integral do modelo relacional considera que um registro pode ter qualquer número de atributos, mas cada atributo deve ser definido em termos de um tipo primitivo (por exemplo: inteiro, real, etc...). Com um modelo orientado a objetos essa regra não se aplica, mas há um número de regras considerando herança, polimorfismo, domínio de atributo e agregação.

A maioria dos modelos de dados utilizados nas aplicações geográficas é do tipo relacional. O comitê FGDC propõe padrões de conteúdo para metadados com base nesse modelo. Atualmente estão surgindo novas aplicações modeladas com base no paradigma orientado a objetos. O modelo proposto pelo SAIF está apoiado nesse paradigma.

SGBD para suportar SIG e aplicações geográficas devem possuir as seguintes características e conceitos, no contexto do paradigma Orientado a Objetos (OO):

- **tipos abstratos** de dados geoespaciais (hierarquia de classes);
- **objetos complexos** (apresentam estrutura e comportamento próprios);
- **identidade** de objetos complexos (cada objeto geográfico possui um identificador próprio);
- **generalização e especialização** de classes (a partir de meta ou superclasses pode-se criar novas classes subordinadas a elas, denominadas subclasses);
- **herança** (novas classes podem herdar comportamento e estruturas de meta ou superclasses pré-definidas, permitindo a promoção da reutilização de classes e de software);
- **encapsulamento** (dados e operações podem ser “escondidos” do usuário);
- **polimorfismo** (um único objeto geográfico pode possuir mais de uma representação, por exemplo, um rio pode ser graficamente representado por uma linha curva ou por uma área ou polígono compreendido entre duas linhas curvas).

Para um melhor entendimento dessas características, são apresentados alguns conceitos fundamentais, no contexto de Banco de Dados Orientado a Objetos:

Classe: um tipo de dado abstrato que descreve um grupo de objetos que compartilham de mesmas características. Uma classe é definida por uma única coleção de atributos e métodos que

se distinguem de todas as outras classes. Uma classe não armazena dados, ela é meramente um “template” a partir dos quais os objetos são criados.

Objeto: é uma unidade de dados que pode ser tratada como indivisível em um nível mais alto de abstração. É uma instância, isto é, um valor de uma classe. Um objeto pode ter um identificador explicitamente definido.

Na literatura, o termo modelo de dados pode ser usado de diferentes formas. Algumas vezes no contexto de definições de tipo, isto é, de classe, e outras vezes em um nível mais baixo (e mais fundamental) de uso. Esse último caso será aqui adotado no texto. Um modelo de dados é definido como um conjunto de conceitos e regras de composição associadas para descrever tipos e relacionamentos entre instâncias desses tipos. Em um contexto relacional, o modelo de dados básico consiste em tabelas definidas através de registros e atributos, seguidos de um número de regras. Em um contexto de orientação a objetos situação equivalente há, mas nesse caso, são tratados conceitos de classes, objetos e as regras são associadas a algo diferente. Note que a definição do modelo de dados inclui uma série de regras de composição. Uma parte integral do modelo relacional considera que um registro pode ter qualquer número de atributos, mas cada atributo deve ser definido em termos de um tipo primitivo (por exemplo, inteiro, real, etc...). Com um modelo orientado a objetos essa regra não se aplica, mas há um número de regras considerando herança, polimorfismo, domínio de atributo e agregação.

5. Aplicações geográficas que podem ser contempladas com os MGD

5.1 Visão geral

As aplicações geográficas que poderiam ser contempladas com os MGD basicamente são aquelas onde há uma grande variedade de tipos de dados e onde são armazenados grandes volumes de dados. Um caso típico onde isso se aplica é o da Mapoteca Topográfica Digital do Departamento de Cartografia do IBGE. Esse caso será comentado posteriormente. A tabela a seguir mostra algumas das principais categorias de aplicações onde essa tecnologia pode ser amplamente empregada.

Tabela 6: Classes e sub-classes de aplicações SIG.

CLASSES	SUB-CLASSES
Ocupação Humana	Planejamento e Gerenciamento Urbano e Regional
	Educação, Ação Social e Análises Sócio-Econômicas
	Saúde
	Transportes
	Turismo, Cultura, Lazer e Desporto
Atividades Econômicas	Marketing
	Indústrias
Uso da Terra	Agroindústria
	Irrigação e Drenagem
	Cadastro Urbano e Rural
Uso dos Recursos Naturais	Extrativismo Vegetal
	Extrativismo Mineral
	Energia
	Recursos Hídricos
	Oceanografia
Meio Ambiente	Ecologia
	Climatologia
	Gerenciamento Florestal
	Poluição
Geociências	Geodésia e Cartografia Científica
	Geologia
	Geografia

5.2 Estudo de caso: Bancos de Dados Geoespaciais Federais e Mapoteca Topográfica Digital da Fundação IBGE

Os Bancos de Dados Geoespaciais a nível federal e a Mapoteca Topográfica Digital (MTD) do IBGE são casos onde podem ser perfeitamente aplicada a tecnologia de metadados. Os Bancos de Dados Federais já citados compreendem um conjunto de bases de dados heterogênea e distribuída. Um ambiente multibase pode ser projetado e para sua implantação são exigidos recursos próprios das instituições provedoras desses dados geográficos.

A MTD possui um modelo de dados onde são tratadas as seguintes categorias de informações:

- Hipsografia
- Limite
- Ponto de referência
- Hidrografia
- Vegetação
- Localidade
- Sistema viário
- Obra e edificação

Tabela 7: Escalas de cartas no contexto do Mapeamento Sistemático do Território Nacional.

ESCALA DA CARTA	COMENTÁRIOS
1/1.000.000	Essas escalas são empregadas no mapeamento de áreas do território nacional, em obediência ao estabelecido no Mapeamento Sistemático do Território Nacional. O IBGE e as Forças Armadas (Ministério do Exército - Diretoria de Serviço Geográfico; Ministério da Marinha - Diretoria de Hidrografia e Navegação; e Ministério da Aeronáutica - Instituto de Cartografia Aeronáutica) se ocupam, por lei, para esse mapeamento. As cartas topográficas e temáticas seguem essas escalas e as cartas especiais (náuticas e de radionavegação) não necessariamente.
1/500.000	
1/250.000	
1/100.000	
1/50.000	
1/25.000	
1/10.000	
1/5.000	
1/2.000	

6. Exemplos de padrões estrangeiros de MGD

6.1 Uma introdução ao Projeto *Sequoia 2000*

O Projeto *Sequoia 2000* foi desenvolvido para atender aos requisitos de bancos de dados para uma coleção de projetos e dados na área de Geociências, abordando vários aspectos de pesquisas de mudanças globais. As características das áreas de aplicação em Geociências são, basicamente: grandes volumes de dados (dados massivos), tipos de dados complexos e pesquisas sofisticadas.

No contexto do Projeto *Sequoia 2000* (Gardels, 1993) (Stonebraker et al., 1993) esforços têm sido feitos no sentido de estudar padrões geoespaciais para acelerar o desenvolvimento e suporte à interoperabilidade entre Sistemas de Banco de Dados. Existem outros trabalhos conduzidos nesse sentido, como é o caso do canadense SAIF (*Spatial Archive and Interchange Format*) e do padrão dos EUA proposto pelo FGDC (*Federal Geographic Data Committee*) que se destacam entre as contribuições para a OGIS (*Open Geodata Interoperability Specification*) (Anderson, 1994).

6.2 FDGC (*Federal Geographic Data Committee*)

6.2.1 Visão geral

Para o estabelecimento desses padrões, foi formado um comitê por instituições governamentais dos EUA, dentre elas: Departamentos de Estado, Comércio, Defesa, Energia, Desenvolvimento Urbano, Interior, Agricultura, Transportes, Agências de Proteção de Meio Ambiente, de Gerência de Emergência Federal, Biblioteca do Congresso, Administração Espacial e Aeronáutica Nacional (NASA) e Administração Nacional de Registros e Arquivos.

Esse comitê se enquadra no contexto da Infraestrutura de Dados Espaciais Coordenada (*Coordinated Spatial Data Infrastructure*, CSDI, 1993) que apresenta as seguintes recomendações sobre produção e uso de dados geoespaciais:

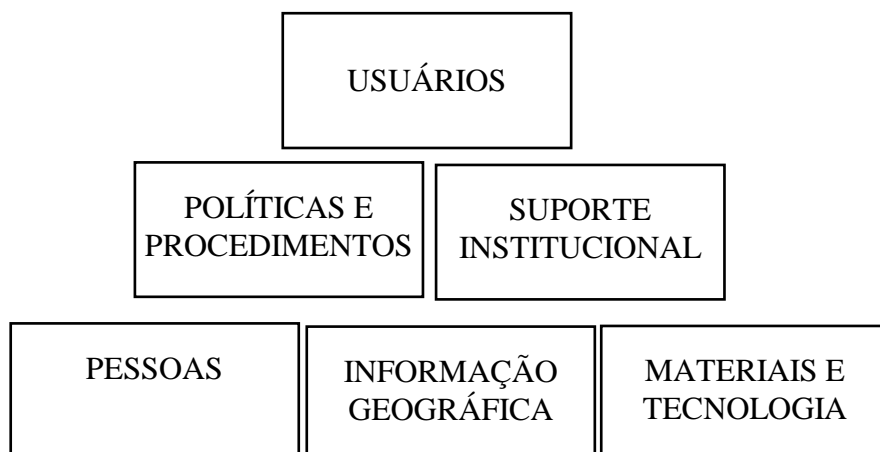
- necessidade de estruturas nacionais efetivas de política, estratégia e organizacional para serem estabelecidas em nível federal para a integração, uso e distribuição de coleção de dados espaciais;
- O FGDC, que opera sob a edge do Office of Management and Budget (OMB), deverá continuar a ser um corpo de trabalho de agências para coordenar o programa interagência como definido na Circular A-16 do OMB. Entretanto, dentre os programas da necessidade do FGDC estão:
 - expandir o desenvolvimento e velocidade de criação e implementação de padrões (conteúdo, qualidade, desempenho e intercâmbio), procedimentos e especificações para dados digitais referenciados espacialmente; e

- criar uma série de iniciativas, particularmente entre agências federais, que maximizariam o compartilhamento de dados espaciais e minimizariam a redundância da coleção de dados espaciais.
- procedimentos deverão ser estabelecidos para tornar possível o acesso à informação descrevendo a disponibilidade de dados espaciais com que o governo e o setor privado podem fornecer acesso “on-line” por meio de formas públicas de diretórios e catálogos; e
- um programa de compartilhamento de dados espaciais deve ser estabelecido de forma a enriquecer a coragem de dados espaciais nacionais, minimizando a redundância da coleção de dados em todos os níveis, e criar novas oportunidades para o uso de dados desse tipo no país.

Tabela 8: Características dos dados e informação sobre orientações.

Orientação	Conteúdo de informação	Grupo de Usuários Alvo	Sofisticação do usuário
Disciplina Orientada	“Verdade da Ciência”, na maioria liderado por sistemas físicos.	<ul style="list-style-type: none"> membros de disciplina envolvida; e geralmente 	Sofisticação técnica muito alta; comunicação para a elite técnica particular.
Missão Orientada	Como acima, também a verdade da Ciência como aplicada para objetivos tecnológicos, maneiras na quais sistemas físicos podem ser manipulados e controlados para propósitos práticos.	<ul style="list-style-type: none"> tecnologistas, engenheiros e pessoas de aplicações; e membros de times consolidados para períodos multianuais. 	Sofisticação técnica alta moderada; necessidades para comunicação através das disciplinas.
Problema Orientado	Todos os casos acima, também pragmático o trabalho em contextos de sistemas abertos incontroláveis envolvendo o homem assim como dinâmicas físicas: incluindo informação legal, sociológica, econômica e demográfica e importantes insumos de valores sociais.	<ul style="list-style-type: none"> grandes segmentos do público em governos estaduais e locais e todos os tipos de indústria, comunidades, planejamentos, conservacionistas, burocratas e políticos em todos os níveis; e usuários relativamente por tempos curtos, transientes. 	Sofisticação técnica muito baixa; necessidades para comunicação através de grupos culturais maiores;

Figura 3: Blocos relativos ao NSDI (*National Spatial Data Infrastructure*).



Exemplos de categorias temáticas de dados espaciais, conforme CSDI, 1993:

- Transportes;
- Cultura e demografia;
- Cadastro;
- Vegetação;
- Terras cultivadas;
- Solos;
- Geologia;
- Geodésia;
- Base cartográfica;
- Ambiente;
- Planejamento de emergências; e
- Endereços.

Esforços conjuntos levaram à constituição de um padrão para os metadados geoespaciais digitais através desse comitê. Os maiores usos desses metadados, analisados a partir dos padrões já estabelecidos encontrados em (FGDC(b), 1994), são, em resumo:

- auxiliar na **organização e manutenção de investimentos** internos em dados espaciais;
- fornecer informação sobre dados da organização através de **catálogos e agências de coleta, distribuição de informação e atendimento a usuários** (FGDC(c), 1994); e, por último,
- fornecer informação para **processar e interpretar dados**, recebidos através de um sistema, a partir de uma fonte externa.

A informação, a ser incluída nesses padrões, deve ser selecionada com base em quatro características que definem parte dos metadados:

- **disponibilidade** - dados devem estar disponíveis, isto é, dados necessários para determinar os conjuntos de dados para uma localização geográfica devem estar com fácil acesso;
- **adequabilidade** - dados devem ser adequados e apropriados para certo objetivo ou certa aplicação, isto é, dados necessários para determinar se um conjunto de dados satisfaz a uma necessidade especificada;
- **acesso** - o acesso aos dados deve ser permitido e ser de forma fácil. Dados necessários para aquisição de um conjunto especificado de dados; e, por último,
- **transferência** - deve existir uma eficiente ferramenta para a transferência de dados. Dados necessários para os usuários e para as aplicações devem ser transferidos por meios eletrônicos permitindo o seu processamento e o seu uso genérico.

Essas características levam ao usuário a determinar que dados estão disponíveis, a avaliar a adequabilidade dos dados para o uso, e, por último, a transferir e processar dados em geral.

Grupos de trabalho existem nos EUA, no âmbito do FGDC, para discutir temas relativos aos padrões. Existe uma coordenação central desses grupos, como se segue:

Standards Working Group

Contato: Denise Perreca, Secretária do FGDC
Telefone: (703) 648-4573

O objetivo desse grupo é o desenvolvimento e o fornecimento de um guia sobre política dos padrões FGDC, procedimentos para os sub-comitês e facilidades para coordenação entre os sub-comitês que possuem áreas de atuação e de interesse comuns.

6.2.2 Sub-comitês técnicos

Os sub-comitês, no contexto do FGDC, para tratarem da informação geográfica são, segundo FGDC(d):

Tabela 9: Sub-Comitês técnicos do FGDC.

SUB-COMITÊS	TEMA CENTRAL	CONTATO
<i>Base cartographic Subcommittee</i>	Responsável pela coordenação de atividades relacionadas com um determinado tema específico de dado geoespacial, incluindo padrões para ortoimagens digitais e dados de elevações (altitudes) digitais.	<i>Mark DeMulder, Interior (USGS²²) - Phone: (703) 648-4514</i>
<i>Bathimetric Subcommittee</i>	Em cooperação com a Organização Hidrográfica Internacional (IHO), é responsável pelos padrões de acurácia e qualidade de dados batimétricos ²³ .	<i>Millington Lockwood, Commerce (NOAA²⁴) - Phone: (301) 713-2777</i>
<i>Cadastral Subcommittee</i>	Descreve elementos contidos no tema cadastro, suas definições, seus atributos e seus relacionamentos.	<i>Bob Ader, Interior (Bureau of Land Management) - Phone: (303) 236-3587</i>
<i>Cultural and Demographic Subcommittee</i>	Dados demográficos e culturais que se encontrem com às necessidades de gerência e planejamento nacionais e com a identificação de esquemas de classificação para esses dados.	<i>Fred Broome, Commerce (Bureau of Census) - Phone: (301) 457-1056</i>
<i>Federal Geodetic Control Subcommittee</i>	Responsável pelos padrões de dados geodésicos, incluindo temas no contexto do GIAC ²⁵ .	<i>John Spencer, Commerce (NOAA) - Phone: (301) 713-3169</i>
<i>Ground Transportation Subcommittee</i>	Responsável pelo desenvolvimento de padrões para facilitar o intercâmbio entre bases de dados geoespaciais relativas a redes de transporte.	<i>Bruce Spear, Transportation (Bureau of Transportation Statistics) - Phone: (202) 366-8870</i>
<i>International Boundaries & Sovereignty Subcommittee</i>	Responsável pelo desenvolvimento de bases de dados de vizinhança (fronteira) em concordância com o DMA ²⁶ .	<i>Bradford Thomas, State (Office of the Geographer) - Phone: (202) 647-2250</i>

²² USGS: *United States Geological Survey*.

²³ Dados batimétricos são provenientes de levantamentos batimétricos (Batimetria) executados em rios, mares e outras feições geográficas com massa d'água, onde são medidas as relativas profundidades entre a lâmina d'água e o assoalho subaquático (fluvial, submarino, etc...), utilizando instrumento denominado eco-batímetro.

²⁴ NOAA: *National Oceanic and Atmospheric Administration*.

²⁵ GIAC: *Global Positioning System Interagency Advisory Council*.

²⁶ DMA: *Defense Mapping Agency*.

6.3 SAIF (*Spatial Archive and Interchange Format*)

O SAIF foi desenvolvido por um órgão governamental canadense (Surveys and Resource Mapping Branch - Ministry of Environment, Lands and Parks - MELP) como um meio de compartilhamento de dados espaciais e espaço-temporais. Segundo MELP (1994) seus objetivos principais se relacionam com um padrão que deve:

- ser apropriado para **modelar e mover dados**, isto é, deve ser capaz de lidar com informações espaço-temporais e tradicionais;
- manipular virtualmente **qualquer tipo de dado geográfico**, incluindo aqueles com ou sem descrição de atributos, e com geometria definida por estruturas vetoriais ou matriciais, em duas ou em três dimensões;
- endereçar **tempo** de forma que eventos temporais e relacionamentos possam ser manipulados;
- endereçar requisitos de **gerência de dados** tais como: suportar atualizações, habilidade de integração com dados multimídia, aplicabilidade para manipular grandes e pequenos volumes de dados, habilidade para uma interface boa com consultas de Bancos de Dados e compatibilidade com desenvolvimento de catálogos;
- ser adaptável para **operações** efetivas em ambientes de redes de comunicação de dados, tão bem como apropriado para ser usado com um sistema de transferência de arquivos convencional por meio ótico ou magnético;
- ser de **fácil uso** e de **baixo custo**, além de possuir fácil manutenção e extensão, em resposta para as necessidades do usuário e mudanças de tecnologia;
- ser capaz de possuir **compatibilidade** e **harmonia** com novos desenvolvimentos de consultas de Bancos de Dados e aplicações SIG, tão bem como outros padrões geoespaciais.

O SAIF está num formato orientado a objetos e foi originalmente desenvolvido para modelar, armazenar, recuperar e permitir intercâmbio de dados espaço-temporais (Murray et. al., 1994). Dentre suas características, destacam-se:

- permite **herança múltipla** no modelo de dados;
- é **extensível**, permitindo aos usuários definir classes e herança a partir de muitas classes básicas que são definidas em sua especificação;
- reconhece que a única maneira prática de processar grandes volumes de dados em tempo real é através do uso do **paralelismo**, isto é, **computação paralela**;
- habilita os chamados *Binary Large Objects* (BLOB's), como imagens, sons ou animações, a se “encaixar”, isto é, a serem tratados eficazmente em um conjunto de dados;

- é **independente da plataforma**, isto é, um único conjunto de dados pode ser usado sobre múltiplas plataformas de *hardware* e *software*;
- os conjuntos de dados SAIF têm uma **densidade de informação muito alta** resultando em uso eficiente de armazenamento e transmissão de dados a partir de suas fontes.

O esquema padrão do SAIF possui sub-seções contendo os seguintes elementos de dados: classes de anotação, temporais, espaciais e geográficas; classes geométricas; classes temporais; classes tipo texto ou símbolo; classes de relacionamentos; classes de metadados; classes de suporte; enumerações e definições de estrutura de classes. As sub-seções ainda definem: objeto geográfico; objeto espacial; objeto geométrico; referência espacial; coordenadas; objeto espaço-temporal; objeto tempo; referência temporal; anotação; relacionamento espacial e relacionamento temporal.

O modelo de dados do SAIF, como já foi dito, permite o uso de herança múltipla, no paradigma de orientação a objetos, permitindo aos usuários facilmente criar classes usando técnicas de orientação a objetos, assim como acontece com linguagens de programação orientadas a objetos.

Um conjunto de dados SAIF não contém somente atributos, mas contém também relacionamentos e ponteiros de referência para preservar os dados quando armazenados. Para facilitar a tarefa de definição de esquemas, o SAIF define 300 classes que podem ser usadas por aplicações do cliente. As classes pré-definidas incluem, mas não são restritos a, os seguintes tópicos:

- **tipos primitivos:** inteiro, lógico, alfa-numérico e real;
- **enumerações:** habilita tipos enumerados a serem definidos;
- **coleções:** lista, conjunto e relação;
- **tuplas:** habilita novas classes a serem definidas que não são baseadas em qualquer das classes existentes;
- **tempo:** instante e intervalo de tempo, isto é, tempo absoluto e relativo, respectivamente;
- **objetos geométricos:** ponto, linha, área, superfície e volume;
- **objetos geográficos:** definidos a partir de sua localização geográfica;
- **sistemas de coordenadas:** cartesianas (plano-retangulares), esféricas (latitude (φ) e longitude (λ) geográficas) e geodésicas (latitude (Φ) e longitude (Λ) geodésicas);
- **sistemas de projeção cartográfica:** Universal Transverse of Mercator (UTM), Transverso de Mercator, Mercator, Estereográfica, Policônica, Conforme de Lambert, Polar, etc....

Segundo definições utilizadas no contexto do SAIF, são apresentados alguns conceitos espaço-temporais genéricos:

Objeto geográfico: é um objeto representando um fenômeno do mundo real que existe em um domínio espacial ou espaço-temporal. Um objeto é considerado um **objeto geográfico** se sua posição no espaço ou no tempo formam uma parte integral do entendimento do objeto. Uma notação de objeto é compreendida inteiramente por texto e/ou símbolos que podem ser referenciados espacialmente (toponímia e símbolos para indicar vegetação são exemplos típicos).

Objeto espacial: considere um dado objeto geográfico sendo definido como uma região ocupada no espaço. Essa região é representada por meio de um **objeto espacial**. Há dois aspectos a serem analisados no caso do objeto espacial: **geometria** e **referência espacial**.

- A **geometria** define a forma do objeto e é expressa em função de conceitos de ponto, linha, área (ou região) e volume. Valores de coordenadas são fornecidos como parte da geometria. A interpretação das coordenadas depende da definição de espaço no qual elas residem; e
- A **referência espacial** está relacionada com os sistemas de coordenadas e os sistemas de referência vertical e horizontal.

Objeto espaço-temporal: a próxima consideração é considerar um dado objeto geográfico definido como uma região ocupada no espaço e no tempo. Essa região é representada por meio de um objeto espaço-temporal. Neste caso, há quatro aspectos a considerar para o domínio espaço-temporal: **geometria**, **referência espacial**, **tempo** e **referência temporal** (simultaneamente). Geometria e referência espacial são como descritos anteriormente. Valores de tempo podem indicar tempos relativos e absolutos, assim como duração (período ou intervalo de tempo). Referências espaciais determinam os valores de tempo baseados no Tempo Universal Coordenado (TUC), por exemplo, onde se aplica o tempo adotado no posicionamento terrestre, utilizando técnica a partir do Sistema de Posicionamento Global (GPS).

Um exemplo fazendo uso desses conceitos pode ser encontrado na seguinte situação, no contexto de uma aplicação geográfica: a ilha da Convivência na embocadura do rio Paraíba do Sul é um objeto geográfico que pode pertencer a uma classe **Reserva_Nacional**. Mais precisamente, podemos dizer que é um fenômeno do mundo real representado como um objeto que pode pertencer à classe **Reserva_Nacional**. O objeto pode também ser considerado como um membro de uma classe **Ilha**, que é e pode ser uma instância de várias classes. As palavras **Oceano_Atlântico**, por exemplo, sobre um mapa qualquer, compreende uma área com uma notação de objeto.

O modelo de metadados enfatiza a estrutura dos dados dos objetos, expressos através do paradigma Orientado a Objetos. Objetos são considerados como instâncias de tipos (classes) que seguem uma hierarquia extensível do usuário. Esses três tipos de associação são conhecidas como:

- **generalização ou generalização/especialização**, trabalhando com relacionamentos de meta ou supertipos e subtipos;
- **agregação**, relativa a objetos como reunião de componentes representados por outros objetos; e
- **simples associações** entre objetos.

Cada objeto é único e pode ser referenciado através de um **identificador**. Um objeto é caracterizado por sua classe a qual ele pertence, os valores para quaisquer atributos herdados, e os valores para quaisquer atributos explicitamente estabelecidos. Uma classe é definida através de um dado nome, especificação de um ou mais tipos, e pode ser associada a zero ou mais atributos, há um conjunto possível de valores para o atributo. Métodos, mensagens, ou comportamentos podem ser definidos pelo usuário. Conceitualmente, o meta modelo de dados trata de modelos de dados e de técnicas de modelagens.

Dados geográficos podem ser classificados em dois níveis de abstração. No nível mais baixo, tem-se a abstração de grupos de dados geográficos como **classes**, cujos elementos têm propriedades comuns (por exemplo, a classe **Cidade** como abstração de **Rio_de_Janeiro**, **São_Paulo**, **Curitiba**, etc...). No mais alto nível, tem-se a abstração de grupos com propriedades comuns como **metaclasses** (por exemplo, a metaclasses de entidade geográfica como abstração das classes **Cidade**, **País**, **Rio**, **Lago**, etc...).

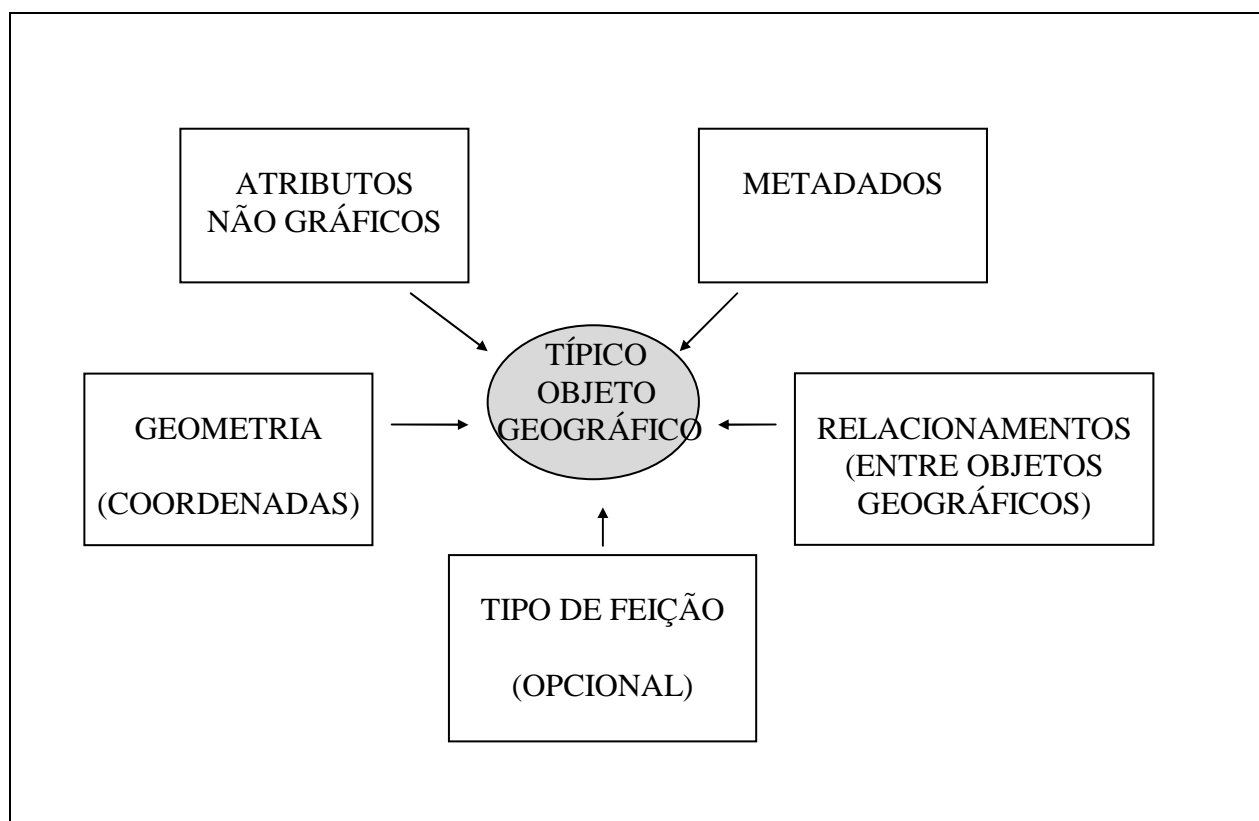
No nível dos metadados, os dados geográficos podem ser classificados, de uma forma geral, através de três metaclasses, levando em conta a natureza descritiva da informação, a natureza geométrico-espacial da informação e o relacionamento entre esses dois aspectos.

De maneira mais precisa, podem ser identificadas três metaclasses:

- **Entidade geográfica**: esta metaclasses representa a abstração de todas as formas possíveis de classificação de dados geográficos conforme a sua natureza descritiva:
 - **Elemento geográfico**: essa metaclasses é a abstração de todas as classes cujos exemplos são objetos identificáveis através dos seus nomes; e
 - **Propriedade geográfica**: essa metaclasses é a abstração de todas as classes cujos itens são valores quantitativos normalmente coletados sobre um elemento pré-definido da porção do solo.
- **Referência geométrica**: esta metaclasses representa a abstração de todas as referências geométrico-espaciais possíveis, as quais podem ser associadas aos dados geográficos; e
- **Tema geográfico**: esta metaclasses representa a abstração de todas as relações possíveis que associam os tipos de dados geográficos a seus correspondentes valores quantitativos para a referência geométrica-espacial. assegurando, para um determinado datum geodésico, seus aspectos descritivos e geométricos.

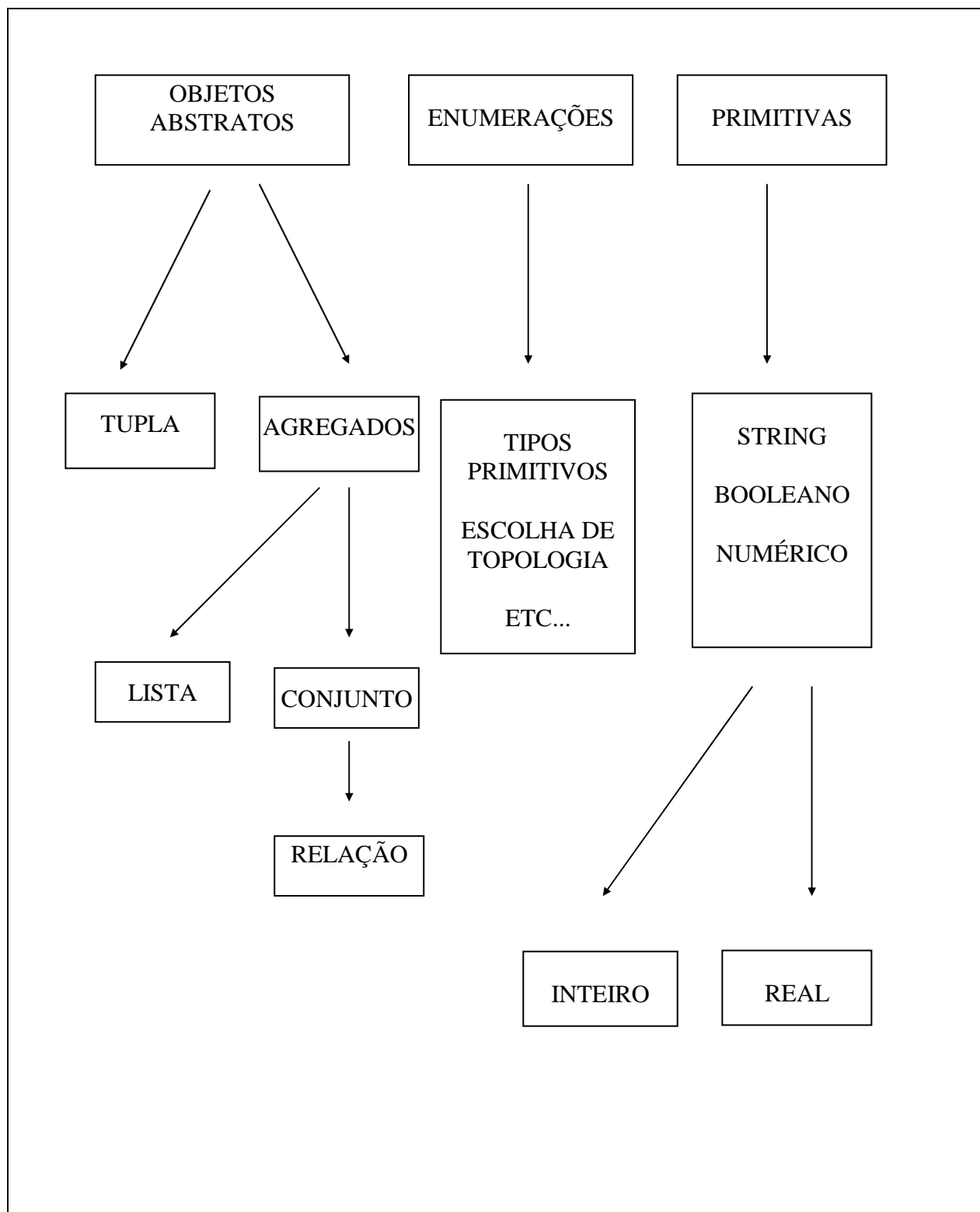
A subclasse de **Objeto Geográfico** pode ser considerada como uma superclasse abstrata. Apenas uma subclasse definida pelo usuário de **Objeto Geográfico** pode ser usada para a descrição de entidades definidas para representar elementos naturais ou artificiais da Terra. **Objeto Geográfico** contém um atributo obrigatório: posição de um domínio de um **Objeto Espacial**. Esse domínio contém dois atributos opcionais que são descritos da seguinte maneira: geometria do domínio do **Objeto Geométrico** é obrigatória para aquelas subclasses de **Objetos Geográficos** que não são subclasses de Conjuntos de Dados Espaciais. As coordenadas são restritas a valores Integer32, Real32 ou Real64, por exemplo. O **Objeto Geométrico** é restrito a um subconjunto descrito nas seções seguintes. A Figura a seguir apresenta os componentes de um Objeto Geográfico Genérico, ilustrando a riqueza de descrições disponíveis, para uma dada entidade qualquer:

Figura 4: Objeto geográfico genérico e componentes envolvidos.



A figura a seguir ilustra a hierarquia de classes no modelo orientado a objetos, no contexto do SAIF:

Figura 5: Hierarquia de classes no modelo orientado a objetos no contexto do SAIF.



6.4 OGIS (*Open Geodata Interoperability Specification*)

A Especificação Aberta de Interoperabilidade de Geodados - OGIS - foi desenvolvida no contexto de um projeto interinstitucional dos E.U.A, e foi concebida para ser um ambiente de sistema aberto voltado para o desenvolvimento de aplicações geográficas (Buchler, 1994). Ele é caracterizado por uma interoperação transparente de ferramentas e fontes de dados, a um nível de usuário final, independente de plataformas de sistemas operacionais e de arquiteturas distribuídas. Sobretudo, a OGIS envolve a interoperação de fontes de aplicação em ambientes computacionais heterogêneos, e a portabilidade de software e fontes de dados para sistema operacional e plataformas de aplicação.

A OGIS facilita a construção sistemas de aplicação distribuídos. A utilização de novas tecnologias de comunicação de dados e do paradigma da orientação a objetos facilitam o compartilhamento de dados e definem um novo conjunto de oportunidades de uso de novas tecnologias para programadores de aplicações SIG.

A mais significativa dessas oportunidades é que uma aplicação SIG pode ser capaz de acessar Bancos de Dados Espaço-Temporais e Espaciais heterogêneos em um ambiente de rede distribuído.

Os desenvolvedores de projetos que se utilizam de aplicações SIG nos setores público e privado requerem acesso aos dados a partir de uma variedade de fontes, locais com um grande número de organizações diferentes e caracterizados por uma multiplicidade de formatos próprios, privados ou de domínio público, tão bem como distribuição e formatos para intercâmbio de dados.

Tradicionalmente, Bancos de Dados Geoespaciais têm sido acessíveis apenas por usuários de aplicações geográficas e tecnologia SIG. Como consequência, esses usuários e desenvolvedores dessas aplicações se confrontam com a necessidade de desenhar seus dados a partir de fontes heterogêneas de dados, o que tem colaborado para um gasto significativo de tempo e recursos voltados para conversão de dados e o uso de diversos produtos SIG. Com o estabelecimento da OGIS pretende-se diminuir o risco de comprometer a integridade dos dados e suas acurácias.

A OGIS se ocupa com o problema de acesso a Bancos de Dados heterogêneos e com o acesso público aos geodados que tem apresentado um crescimento rápido em trabalhos e projetos multidisciplinares na sociedade. Futuramente as tecnologias de aplicações geográficas estarão inseridas no contexto de geração de facilidades para a produtiva distribuição de dados espaciais e espaço-temporais com componentes variados da Infraestrutura de Informação Nacional dos Estados Unidos (*NII - National Information Infrastructure*).

Na próxima seção será tratada a georreferência, no contexto de metadados, numa abordagem introdutória apresentando elementos de dados a serem definidos em seus padrões.

7. O protótipo CONCERT

Como exemplo de um sistema de gerenciamento de metadados pode-se citar o CONCERT (Blott et.al., 1995). Esse sistema consiste de uma extensão de banco de dados voltada para o armazenamento de metadados baseado em objetos abstratos. Os objetivos são: alcançar um entendimento melhor dos requisitos básicos para um gerenciador de metadados, e testar ao máximo um modelo de armazenamento e seu desempenho.

As questões levantadas e que motivaram o desenvolvimento do protótipo CONCERT são as seguintes: quais são os requisitos de recuperação de dados para um gerenciador de metadados? Em que arquitetura deve esse gerenciador operar? A solução de arquitetura encontrada por Blott et.al. (1996) pode ser vista na Figura 2.

Esse protótipo apresenta contribuições nos seguintes aspectos:

- introdução de mecanismos para indexação e consulta a dados externos, para o projeto físico e sobre os dados dos repositórios externos;
- introdução de um mecanismo simples, “semelhante” para tipos desconhecidos, que forneça um tratamento mais uniforme aos ADTs em bancos de dados, através de um número restrito de conceitos; e
- discussão do impacto sobre as arquiteturas dos bancos de dados internos, dando uma demonstração prática do caso estudado através do próprio exemplo de extensão do sistema.

De fato, a administração de metadados coloca exigências especiais aos gerenciadores, o que faz os bancos de dados tradicionais serem incapazes de resolvê-los facilmente.

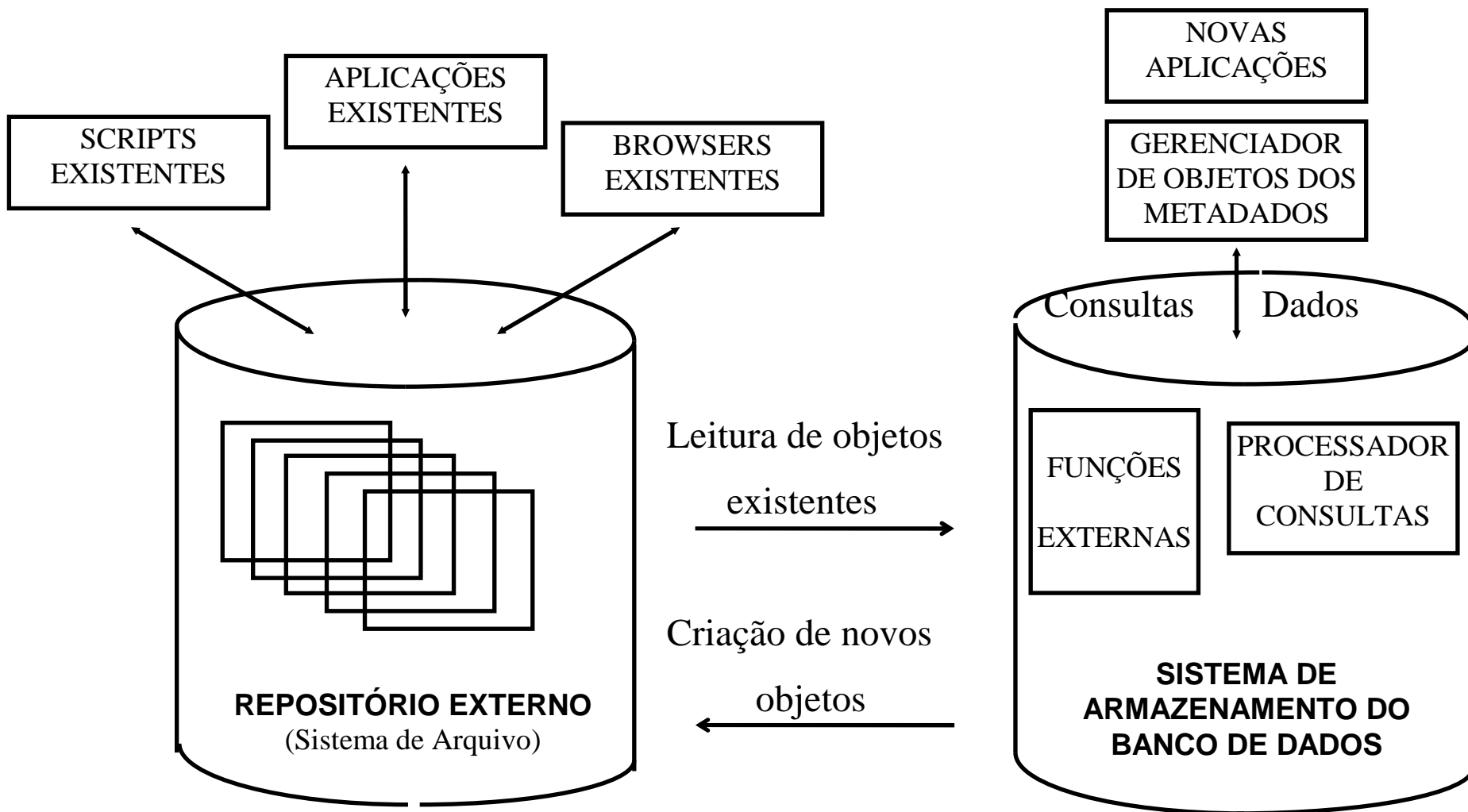
Os seguintes pontos estão sendo alvo de estudos, no contexto do CONCERT, segundo os relatos de Etter (1995):

- qualquer categoria de informação (gráfica ou não) deve ser descrita nos padrões;
- qualquer pergunta (consulta) deve ser apoiada por metadados;
- dados “semelhantes” devem ser suportados pelo modelo do CONCERT; e
- instrumentos necessários para que sirvam de apoio na “junção” de dados ditos “semelhantes”.

É eminente a necessidade de se conhecer melhor o desempenho de sistemas já desenvolvidos ou em desenvolvimento com objetivos de gerenciar metadados geoespaciais digitais.

Uma alternativa para solução desse problema pode ser testada com o apoio de um sistema gerenciador de banco de dados orientado a objetos, como por exemplo, o sistema O2 que se encontra disponível na COPPE-UFRJ, no contexto do Programa de Engenharia de Sistemas e Computação. Essa será a próxima etapa a ser vencida.

Figura 6: Solução de arquitetura para o sistema aberto para armazenamento de objetos abstratos e acesso a metadados geoespaciais digitais.



8. Comentários e conclusões

Bancos de Dados tradicionais (convencionais) são alvo de pesquisas há vários anos no Brasil, principalmente para aplicações comerciais. Em aplicações científicas estudos têm surgido, há algum tempo, no sentido de analisar as características dos requisitos básicos para o desenvolvimento de Bancos de Dados para suportar sistemas aplicativos de informação não convencionais (Ribeiro(a), 1995). Bancos de Dados para as aplicações geográficas são alvo de investigações por técnicos especializados em Informática. O trabalho aqui apresentado não pretende, de forma alguma, esgotar uma discussão sobre os padrões comentados, e sim fomentar discussões e questões importantes para o estabelecimento desses padrões de metadados, a nível nacional.

O grupo de Banco de Dados da COPPE tem desenvolvido pesquisas e estudos (Ribeiro, 1995) (Ribeiro(b), 1995) (Ribeiro(c), 1995) (Souza et al., 1993) (Strauch, 1993) sobre esse tema e sobre temas correlacionados. Esse artigo aborda questões importantes relacionadas com a organização, acesso e uso dos dados geoespaciais, além de proporcionar discussões que possam levar a um amadurecimento de tópicos relativos ao tema, sempre de forma cooperativa.

Instituições federais responsáveis pela manutenção de Bancos de Dados Geoespaciais e Cartográficos podem e devem receber a colaboração de outras instituições governamentais (estaduais e municipais) e também do setor privado. Parece ser viável a criação de um comitê nacional que se responsabilize pela manutenção dos metadados e delibere tecnicamente sobre questões levantadas sobre esses metadados. Maiores aprofundamentos sobre os conceitos e as definições referentes às especificações dos metadados geoespaciais digitais poderão ser feitos.

Dentre os princípios de operação de um esquema para o grupo de trabalho, que comporia esse comitê nacional, estão:

- metadados usados nesse contexto serão armazenados em **meios digitais**;
- novos dados geoespaciais deverão ser documentados com base nesses **padrões**;
- uma **fase de adaptação** para a inclusão dos dados geoespaciais poderá ser prevista;
- produtores de dados geoespaciais deverão ser **responsáveis** pela criação dos metadados referentes aos dados que produzem;
- mecanismos para a **disseminação** de dados geoespaciais poderão ser criados por meio de “*bureaus*” ou agências;
- o esquema poderá fazer uso de padrões de processamento de **informação federal**, além de suportar o desenvolvimento de novos padrões de dados que herdem o compartilhamento entre dados geoespaciais e a habilidade para formar sociedades de dados geoespaciais; e
- o esquema poderá assegurar acesso aos metadados através de **meios eletrônicos**, incluindo o uso de Redes de Comunicação de Dados.

Regras e responsabilidades para todos os componentes do grupo de trabalho poderão ser estabelecidas e procedimentos para a documentação e compartilhamento dos dados geoespaciais poderão ser testados em várias situações pelas instituições. Cada “*bureau*” poderá determinar individualmente de como os produtores de dados geoespaciais, gerentes de dados, gerentes de

SIG's, administradores de bibliotecas digitais, especialistas em gerência de fonte de informação, pessoal de assuntos públicos e outros, assegurarão que os objetivos do esquema do grupo de trabalho sejam claramente atingidos.

Acreditam os autores que universidades possam contribuir positivamente, enquanto academias geradoras e usuárias de tecnologias e órgãos de pesquisa científica, para os estudos voltados para o estabelecimento de modelos de dados a serem adotados e para o estabelecimento dos padrões desses metadados.

Os modelos do SAIF, do FGDC e do OGIS mostram que há conceitos e padrões bem estruturados que podem ser adaptados para as aplicações SIG no Brasil, onde benefícios podem ser extraídos a partir das experiências bem sucedidas daqueles países estrangeiros.

Aspectos como heterogeneidade e interoperabilidade de Sistemas de Gerência de Bancos de Dados (SGBD) para aplicações geográficas devem ser considerados e analisados no estabelecimento desses padrões.

A referência espacial apresentada aqui serve como referência ou ponto de partida para que seja definida parte do conteúdo desses metadados.

8.1 Grupos de trabalho para o estabelecimento de metadados a nível nacional

Os seguintes grupos de trabalho podem ser criados para estudos de estabelecimento de MGD:

- dados agro-pecuários;
- dados astronômicos;
- dados cadastrais (cadastro urbano e rural);
- dados de convenções cartográficas e semiologia gráfica;
- dados de imagens de satélite (Sensoriamento Remoto);
- dados de radionavegação (aeronáuticos);
- dados de recursos hídricos;
- dados de recursos naturais renováveis;
- dados fotogramétricos;
- dados geodésicos;
- dados geoestatísticos;
- dados geológicos (minerais, rochas e estruturas geológicas);
- dados geomorfológicos;
- dados gerais do Mapeamento Sistemático do Território Brasileiro;

- dados gravimétricos;
- dados meteorológicos, climáticos e geoambientais;
- dados náuticos;
- dados oceanográficos;
- dados topográficos;
- etc...

Agradecimentos

O autor deste trabalho muito especialmente agradece às colaborações valiosas da Profa. Dra. **Marta Lima de Queirós Mattoso** e da Engenheira Cartógrafa e Analista de Sistemas **Anna Lucia Barreto de Freitas**, Gerente do Projeto INFOCAR da Diretoria de Geociências da Fundação IBGE, pelas excelentes sugestões apresentadas durante a elaboração desse trabalho, o que contribuiu para enriquecer mais o seu conteúdo.

Um agradecimento especial também faço ao Prof. **Mauro Pereira de Mello** pelo incentivo e estímulo em explorar e iniciar minhas pesquisas acadêmicas nesse tema.

Também os autores agradecem à **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES)** do MEC e ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)** do MCT pelos apoios financeiros que viabilizaram a realização desse trabalho.

9. Referências bibliográficas

- ANDERSON, J. T. & STONEBRAKER, M. Sequoia 2000 Metadata schema for satellite images - SIGMOD RECORD Vol. 23 No. 4 December - 1994.
- BARTON, Gerald S. Directory Interchange Format: A Metadata Tool For The NOAA Earth System Data Directory The Role of Metadata in Managing Large Environmental Science Datasets Proceedings of SDM-92 A Planning Workshop November 3-5, 1992 Salt Lake City, Utah.
- BEVILAQUA, José Sant'Anna Banco de Dados Estatísticos Orientado a Objetos - Dissertação de Mestrado - Programa de Engenharia de Sistemas e Computação - COPPE/UFRJ - 1994.
- BLOTT, S. & VCKOVSKI, A. Accessing Geographical Metafiles through a Database Storage System Lecture Notes in Computer Science 951 Max J. Egenhofer & John R. Herring (Eds.) Proceedings of 4th International Symposium, SSD'95 Portland, ME, USA, August 1995 - Springer.
- BLOTT, S.; RELLY, L. & SCHEK, H. An Open Abstract-Object Storage System SIGMOD RECORD'96 - Montreal - Canada - 1996.
- BRETHERTON, F. P. & SINGLEY, P. T. Metadata: a user's view - 7th Conference on Scientific & Statistical Data Bases - Charlottesville, VA - September, 29 - 1994.
- BUCHLER, K. A. The Open Geodata Interoperability Specification (OGIS) Version 1, Draft 1 - Spatial Modeling and Systems Team - December 9, 1994 - Champaign - Illinois - EUA.
- CRISPIM, E. M. H. Avaliação de métodos para o desenvolvimento de software - Tese de Mestrado - Engenharia de Sistemas e Computação (COPPE-UFRJ) - 1991.
- ESPIAGO, J. Valorización de los SIG como Tecnologia Informática Revista Cartografia e Cadastro No. 1 - Instituto Português de Cartografia e Cadastro - 1994.
- ETTER, THOMAS Geospatial Metadata: Standards and Storage-Mangement Considerations Diplomarbeit WS 94/95 - Zürich, Switzerland - 1995.
- FGDC(a) Cadastral Standards for the National Spatial Data Infrastructure Federal Geographic Data Committee (FGDC) - Cadastral Subcommittee - Technical Advisory Group - 1994 - Reston - VA - EUA.
- FGDC(b) Content Standards for Geospatial Metadata - Federal Geographic Data Committee (FGDC) - June 8, 1994 - U.S. Geological Survey - Reston - Virginia - EUA.
- FGDC(c) Guidelines for Implementing the National Geospatial Data Clearinghouse - Federal Geographic Data Committee (FGDC) - Version 1.0 - June 8, 1994 - U.S. Geological Survey - Reston - Virginia - EUA.
- FGDC(d) Newsletter FGDC november 1995.
- FREITAS, Anna Lucia Barreto & SANTOS, Cláudio João Barreto A informatização cartográfica no IBGE Departamento de Cartografia / Projeto INFOCAR - IBGE - Anais do GIS Brasil 94 - 1994.

- FRENCH, J. C. What is Metadata? The Role of Metadata in Managing Large Environmental Science Datasets Proceedings of SDM-92 A Planning Workshop November 3-5, 1992 Salt Lake City, Utah.
- FUNDAÇÃO IBGE Banco de Dados Geodésicos: Manual do Usuário - Diretoria de Geociências - Departamento de Geodésia - 1995.
- FUNDAÇÃO IBGE Banco de Dados Gravimétricos: Manual do Usuário - Diretoria de Geociências - Departamento de Geodésia - 1994.
- GARDELS, K. The Sequoia model of geographic information - GIS'93 Symposium - Vancouver - British Columbia - Canada - February 1993.
- HANSEN, D. Application of Content Standards for Digital Geospatial Metadata to Laboratory Data and the Site Characterization Process International Symposium on Remote Sensing and GIS for Site Characterization - 1995.
- HANSEN, D. Documentation of Ground-Water in Relationship to National Digital Geospatial Metadata Standards Subsurface Fluid-Flow (Ground-Water and Vadose Zone) Modeling, ASTM STP 1288, Joseph D. Ritchey and James O. Rumbaugh, Eds., American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1996.
- HANSEN, D.(a) Compilation of Spatial Metadata for Access in ARCVIEW and MOSAIC ESRI Annual Conference - 1994.
- HANSEN, D.(b) Quality and Accuracy Assessments and Federal Content Standards for Spatial Meta Data ESRI Annual Conference - 1994.
- IBGE/DGC/DECAR Mapoteca Topográfica Digital: documentação geral Projeto INFOCAR - abril - 1995.
- JACOBSON, B. M.; JENNINGS, G. D. & STALLINGS, C. Multi-User / Multi-Purpose GIS Databases Computers in Agriculture - Proceedings of The 5th International Conference - 6-8 February 1994 - Orlando - Florida - ASAE: American Society of Agricultural Engineers.
- LEIVESLEY(a), D. & MASSER, I. An overview of geographic information in Europe Part 2: Availability and content of data - Revista Mapping Awareness Vol. 8 No. 1 - February 1994.
- LEIVESLEY(b), D. & MASSER, I. An overview of geographic information in Europe Part 3: Access and pricing - Revista Mapping Awareness Vol. 8 No. 2 - March 1994.
- LEIVESLEY, D. & MASSER, I. An overview of geographic information in Europe Part 1: Topographical data - Revista Mapping Awareness Vol. 7 No. 10- December 1993.
- LESTER, M. Toward A Taxonomy Of Metadata: The User's Perspective The Role of Metadata in Managing Large Environmental Science Datasets Proceedings of SDM-92 A Planning Workshop November 3-5, 1992 Salt Lake City, Utah.
- MELP Spatial Archive and Interchange Format (SAIF): Formal Definition Release 3.1 April 1994 Reference Series Volume 1 - Surveys and Resource Mapping Branch - Ministry of Environment, Lands and Parks (MELP) - Province of British Columbia - Canada.
- MINISTÉRIO DA MARINHA Banco Nacional de Dados Oceanográficos: Manual do Usuário - Diretoria de Hidrografia e Navegação - 1993.

- MURRAY, D. & LUTZ, D. SAIF: An Object Oriented Archival and Interchange Format for the Future Safe Software Inc. - Surrey - BC - EUA - 1994.
- NEWMAN, I. A. Metadata and the GENIE Project The Role of Metadata in Managing Large Environmental Science Datasets Proceedings of SDM-92 A Planning Workshop November 3-5, 1992 Salt Lake City, Utah.
- NEWMAN, I. Scientific Data Mangement The Role of Metadata The Role of Metadata in Managing Large Environmental Science Datasets Proceedings of SDM-92 A Planning Workshop November 3-5, 1992 Salt Lake City, Utah.
- RIBEIRO, Gilberto Pessanha & MATTOSO, Marta Lima de Queirós. Bancos de Dados de Imagens de Satélite: aspectos sobre Armazenamento, Recuperação de Dados e Linguagens de Consulta - Trabalho apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Cartografia - Salvador (BA) - 31 de julho a 4 de agosto de 1995 - p. 1031-1041 - Vol. 4.
- RIBEIRO, Gilberto Pessanha & MATTOSO, Marta Lima de Queirós. Bancos de Dados de Imagens de Satélite: aspectos sobre Metadados e Análise Temporal - VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - Salvador (BA) - 14 a 19 de abril de 1996.
- RIBEIRO, Gilberto Pessanha & MATTOSO, Marta Lima de Queirós. Bancos de Dados para Imagens de Satélite - Relatório Técnico ES-386/96 - Programa de Engenharia de Sistemas e Computação - COPPE / UFRJ - 1995 - 31p..
- RIBEIRO, Gilberto Pessanha & MATTOSO, Marta Lima de Queirós. Bancos de Dados Orientados a Objetos em Aplicação Não Convencional: Sistemas de Informação Geográfica. III Encontro do Instituto de Geociências da Universidade Federal Fluminense - GEOUFF'94 - 22 a 24 de novembro de 1994 - p. 27-30.
- RIBEIRO, Gilberto Pessanha & SOUZA, Jano Moreira de. Padrões de Conteúdo para Metadados Geoespaciais Digitais - XVII Congresso Brasileiro de Cartografia - Salvador (BA) - 31 de julho a 4 de agosto de 1995 - p. 1014-1021. -Vol. 4.
- RIBEIRO, Gilberto Pessanha Metadados Geoespaciais Digitais: um Caso Brasileiro de Bancos de Dados Federais - Trabalho a ser apresentado no III Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento - GISBrasil'97 - Curitiba (PR) - 12 a 16 de maio de 1997.
- RIBEIRO, Gilberto Pessanha. Descrição e documentação de bases de dados geográficas por meio do estabelecimento de Metadados Geoespaciais Digitais. II Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário (II COBRAC) - Florianópolis (SC) - 13 a 17 de outubro de 1996.
- RIBEIRO, Gilberto Pessanha. Metadados Geoespaciais Digitais. IV Encontro do Instituto de Geociências da Universidade Federal Fluminense (GEOUFF'96) - 5 a 7 de novembro de 1996.
- RIBEIRO, Gilberto Pessanha. Metadados Geoespaciais Digitais. II Workshop sobre Bancos de Dados Não Convencionais - UFF - Niterói - 13 de dezembro de 1995 - p. 21-23..
- RIBEIRO, Gilberto Pessanha. Metadados Geoespaciais Digitais. Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais - III Conferência Nacional de Geografia e Cartografia (III CONFEGE) - Vol. 1 - ST58 - Rio de Janeiro (RJ) - 27 a 31 de maio de 1996.

- RIBEIRO, Gilberto Pessanha. Metadados Geoespaciais Digitais. I Semana Estadual de Geoprocessamento/RJ (I SEGeo-RJ) - outubro de 1996.
- RIBEIRO, Gilberto Pessanha. Sistemas de Informações Geográficas: aspectos conceituais e aplicações. IV Encontro do Instituto de Geociências da Universidade Federal Fluminense - (GEOUFF'96) - 5 a 7 de novembro de 1996.
- RIBEIRO, Gilberto Pessanha; MATTOSO, Marta Lima de Queirós; PIRES, Paulo de Figueiredo & LINO, Sandra Martins Um Estudo de Caso com Sistema de Banco de Dados Orientado a Objetos em Aplicações Geográficas - Trabalho apresentado no II Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento (GISBrasil'96) - Curitiba (PR) - 6 a 10 de maio de 1996 - p. 891-900.
- RIBEIRO, Gilberto Pessanha; SOUZA, Jano Moreira de & FREITAS, Anna Lucia Barreto de Digital Geospatial Metadata: an Brazilian Case of Federal Databases - 1st IEEE Metadata Conference, 16-18 April 1996 - Silver Spring, Maryland - USA.
- RIRONT-LAZAR, A. The Definition of Station and Mangement of Station Metadata Information in Support of Climatological Data Bases The Role of Metadata in Managing Large Environmental Science Datasets Proceedings of SDM-92 A Planning Workshop November 3-5, 1992 Salt Lake City, Utah.
- SHOSHANI, A. Metadata Mangement in Scientific Applications The Role of Metadata in Managing Large Environmental Science Datasets Proceedings of SDM-92 A Planning Workshop November 3-5, 1992 Salt Lake City, Utah.
- STONEBRAKER, M.; FREW, J.; GARDELS, K & MEREDITH, J. The Sequoia 2000 storage benchmark - Proceedings of ACM SIGMOD Conference - 1993.
- STREBEL, D. E. & MEESON, B. W. Metadata Standards and Concepts for Interdisciplinary Scientific Data Systems The Role of Metadata in Managing Large Environmental Science Datasets Proceedings of SDM-92 A Planning Workshop November 3-5, 1992 Salt Lake City, Utah.
- WOODFORD, M. R. A Proposed Method of Linking Data and Metadata Using the Object Model The Role of Metadata in Managing Large Environmental Science Datasets Proceedings of SDM-92 A Planning Workshop November 3-5, 1992 Salt Lake City, Utah.

Observações finais:

Foram consultadas, para a elaboração e o enriquecimento deste trabalho, via rede de comunicação de dados (Internet), algumas páginas na WWW e acessadas informações, conhecido o conteúdo de alguns arquivos, disponíveis para o público em geral, a saber:

- SAIF → <http://www.winsey.com/~infosafe/saif/>
- FGDC → <http://fgdc.er.usgs.gov/>
- Padrões de informação geográfica → <http://www.echo.lu/impact/oii/gis.html>
- Metadados → <http://www.its.nbs.gov/nbs/meta.faaq.html>
- Listas de FAQ (Frequently Asked Questions) sobre Sistemas de Informação Geográfica → <http://www.census.gov/geo/gis/faq-index.html>
- Fundação IBGE → <http://www.ibge.gov.br>
- Bibliografias sobre Mineração de Dados → <http://www.cs.bham.ac.uk/~anp/papers.html>
- NCGIA → <http://www.ncgia.ucsb.edu>
- <http://www.odyssey.ursus.maine.edu/giswen/biblio/home.html>
- Conferências sobre Bancos de Dados → <http://bunny.cs.uiuc.edu/conferences/>
- GIS WEB → <http://www.ggrweb.com/>
- MODS (Massive Digital Data Systems) → http://www.nml.org/other_programs/mdds/mdds.html
- Database Archive → <http://www.lpac.ac.uk/SEL-HPC/Articles/DBArticles.html>
- GIS Master Bibliography Project → <ftp://128.146.209.34/biblio/>

Links para outros sites interessantes:

- <http://www.fatorgis.com> - Revista FatorGIS A Revista do Geoprocessamento - Sagres Editora Ltda.
- <http://www.pbh.gov.br/rbgeo/rbgeo.htm> - Rede Brasil de Geoprocessamento - (RBGeo).
- <http://www.lampada.uerj.br/fgeorj/fgeorj.html> - Fórum Estadual de Geoprocessamento - RJ - Fórum de debates sobre Geoprocessamento.
- <http://150.161.180.200/Geodesia-online/revista.htm> - Revista Geodésia online - Revista da Comissão Brasileira de Geodésia (UFPE e UNESP).
- <http://orion.cpa.unicamp.br/revista.html> - Caderno de Informações Georreferenciadas (CIG) - Instituto de Computação da UNICAMP.
- <http://edcintl.cr.usgs.gov/igdn/igdn.html> - Rede Interamericana de Dados Geoespaciais - Inter-American Geospatial Data Network (IGDN).
- <http://www.uff.br/egg/gcg/sbc.htm> - Sociedade Brasileira de Cartografia (SBC).