

ANDRÉ MARQUES LOPES

**INTEGRAÇÃO DE DADOS ESPACIAIS HETEROGÊNEOS
NO DOMÍNIO HIDROLÓGICO UTILIZANDO
INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2012

ANDRÉ MARQUES LOPES

INTEGRAÇÃO DE DADOS ESPACIAIS HETEROGÊNEOS NO
DOMÍNIO HIDROLÓGICO UTILIZANDO INFRAESTRUTURA DE
DADOS ESPACIAIS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 27 de fevereiro de 2012.

Alcione de Paiva Oliveira

Brauliro Gonçalves Leal

Jurgurta Lisboa Filho
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Maria do Carmo e José Geraldo, que mesmo nos momentos de dificuldade, me criaram com muito amor, me ensinaram todos os princípios que formam uma pessoa e que sempre me incentivaram com relação aos estudos, não medindo esforços para que chegasse até aqui.

Agradeço aos amigos e ex-patrões Rossini e Sidiney, da INTEC, que foram muito compreensivos e flexíveis com meus horários do mestrado, permitindo-me conciliar os estudos e o trabalho, e ao Brauliro, pelo incentivo para entrar no programa de mestrado da UFV.

Agradeço a todos os amigos da república “Upaa”, de Campinas, pela excelente convivência durante esse tempo.

Agradeço também ao meu orientador Jugurta Lisboa Filho, com o qual pude aprender muito e seus ensinamentos e conselhos foram fundamentais para que conseguisse realizar este trabalho. Agradeço também aos meus co-orientadores, o professor Marcus Vinícius Alvim Andrade e José Luís Braga e aos demais professores do DPI, com os quais pude aprender muito durante a graduação e o mestrado.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE ABREVIATURAS	vii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 Introdução	1
1.1 O Problema e Sua Importância	2
1.2 Objetivos	3
1.3 Estrutura da Dissertação.....	4
2 Conceitos em Dados Espaciais.....	5
2.1 Infraestrutura de Dados Espaciais	5
2.2 Metadados e Padrões de Metadados	8
2.3 Open Geospatial Consortium	11
2.4 GML.....	12
2.5 Integração de Dados.....	13
2.5.1 <i>Interoperabilidade de Dados Espaciais</i>	14
2.5.2 <i>Dificuldades da Integração de Dados Espaciais</i>	16
3 Conceitos em Hidrologia	20
3.1 Rios e Trechos de Rios.....	20
3.2 Bacia Hidrográfica	21
3.3 Estações de Medição de Parâmetros	21
3.4 Outorgas	23
4 Proposta de Integração de Dados Heterogêneos usando uma IDE24	
4.1 Avaliação dos Dados Disponíveis.....	25
4.2 Padronização dos Campos Espaciais dos Dados.....	26
4.3 Filtragem dos Dados	27

4.4	Agrupamento de Dados de um Mesmo Contexto	30
4.5	Geração dos Metadados	31
4.6	Disponibilização dos Dados aos Usuários	31
4.7	Criação do Catálogo de Dados	33
5	Estudo de Caso: Integrando Dados Espaciais para Gestão de Outorgas na Bacia do Rio Paracatu	34
5.1	Outorgas	34
5.2	Bacias Hidrográficas	36
5.3	Trechos de Rio	39
5.4	Estações Fluviométricas, Pluviométricas e de Qualidade da Água	41
5.5	Criação dos Metadados	41
5.6	Disponibilização dos Dados aos Usuários	42
5.7	Criação do Catálogo de Dados	43
6	Conclusões	45
6.1	Trabalhos Futuros	45
7	Referências Bibliográficas	46
ANEXO 1	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Resumo do Perfil MGB (CONCAR, 2009).....	10
Figura 2 - Codificação das geometrias de zero, uma e duas dimensões.....	13
Figura 3 - Hierarquia e interoperabilidade de dados espaciais ideal (MOHAMMADI; RAJABIFARD, 2010).	16
Figura 4 – Questões Técnicas e Não-técnicas da Integração de Dados (RAJABIFARD, 2010).....	17
Figura 5 - Trechos de rio	20
Figura 6 - Principais Bacias Hidrográficas do Brasil (MUNDO EDUCAÇÃO, 2012).	21
Figura 7 - Etapas da Integração de Dados Espaciais	24
Figura 8 - Dados de outorgas como são disponibilizados na fonte (ANA, 2011)	26
Figura 9 - Trechos de rio que são disponibilizados na fonte de dados (ANA, 2011).....	28
Figura 10 - Região de interesse dos dados (Bacia do Rio Paracatu) (ANA, 2011).....	29
Figura 11 - Dados de Ottobacias de Nível 7 (ANA, 2011)	30
Figura 12 - Arquivo de outorgas disponibilizado pela ANA.....	35
Figura 13 - Conteúdo do arquivo que contém os dados de bacias hidrográficas	36
Figura 14 - Bacias hidrográficas de nível 3 (ANA, 2011).....	37
Figura 15 - Codificação das Bacias de Nível 3 (ANA, 2011).....	38
Figura 16 - Codificação das bacias de nível 6 (ANA, 2011).....	39
Figura 17 - Trechos de rio antes da filtragem.....	40

Figura 18 - Trechos de rio após a filtragem.....	40
Figura 19- Catálogo dos Dados Espaciais Resultantes da Integração	44

LISTA DE ABREVIATURAS

- ANA - Agência Nacional de Águas
- ANZLIC - Australian Spatial Information Council
- CEMG - Comitê de Estruturação de Metadados Geoespaciais
- CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia
- CSDGM - Content Standard for Digital Geospatial Metadata
- FGDC - Federal Geographic Data Committee
- GEOSS - Global Earth Observation System of Systems
- GMES - Global Monitoring for Environment and Security
- GML - Geometric Markup Language
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IDE - Infraestrutura de Dados Espaciais
- IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas
- INDE - Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
- INSPIRE - INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe
- IP - Internet Protocol
- ISO - International Organization for Standardization
- MGB - Metadados Geoespaciais do Brasil
- MMA - Ministério do Meio Ambiente
- OGC - Open Geospatial Consortium
- OQL - Object Query Language
- SDI - Spatial Data Infrastructure
- SEIS - Shared Environmental Information System
- SGBD - Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
- SIG - Sistemas de Informação Geográfica

SQL - Structure Query Language

SRS - Spatial Reference System

UTM - Universal Transversa de Mercator

W3C - World Wide Web Consortium

WNS - Web Notification Service

WFS - Web Feature Service

WCS - Web Coverage Service

WGS - Web Gazetteer Service

WRS - Web Registry Service

WCTS - Web Coordinate Transformation Service

WMS - Web Map Service

WTS - Web Terrain Service

XML - eXtensible Markup Language

XSLT - eXtensible Stylesheet Language for Transformation

RESUMO

LOPES, André Marques, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2012. **Integração de dados espaciais heterogêneos no domínio hidrológico utilizando Infraestrutura de Dados Espaciais.** Orientador: Jugurta Lisboa Filho. Co-orientadores: José Luís Braga e Marcus Vinícius Alvim Andrade.

Nos últimos anos, houve uma expansão muito grande nas tecnologias computacionais. A Internet tornou-se um importante componente para a transferência de informações entre organizações e permitiu um leque enorme de oportunidades de aplicações. Um grupo de sistemas que necessita de uma troca grande de volume de informações é o dos Sistemas de Informação Geográfica. O compartilhamento de dados espaciais de origens diversas tem uma enorme projeção se estiver inserido em um ambiente computacional onde os dados são livremente compartilhados de maneira integrada. As organizações que pretendem compartilhar dados espaciais normalmente se deparam com questões significativas quanto aos formatos de codificação, armazenamento, qualidade dos dados, limitações de conteúdo, parâmetros de projeção cartográfica, estruturas de dados e metadados. No Brasil ainda não há um padrão, realmente implantado, de dados e metadados espaciais nas agências produtoras, e por isso os usuários encontram muitas dificuldades em encontrar os seus dados e obter informações sobre o conteúdo deles para saber se atendem as suas necessidades. O objetivo deste trabalho foi criar uma metodologia para integração de dados espaciais em um ambiente onde os dados possuem uma heterogeneidade grande usando Infraestrutura de Dados Espaciais. Esta metodologia propõe o estudo dos metadados, a avaliação do conteúdo dos dados e integração destes dados. No final deste processo é criado um catálogo de dados, muito importante para a localização, acesso e fornecimento de informação sobre os dados espaciais. A metodologia proposta foi aplicada na gestão de bacias hidrográfica e obteve como resultado um conjunto de dados totalmente integrados, com metadados padronizados de acordo com o Perfil MGB e acessíveis aos usuários.

ABSTRACT

LOPES, André Marques, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February of 2012. **Integration of heterogeneous spatial data in the hidrologic domain using Spatial Data Infrastructure.** Adviser: Jugurta Lisboa Filho. Co-Advisers: José Luís Braga and Marcus Vinícius Alvim Andrade.

In the last years, we accompanied a very large expansion in computer technology. The Internet has become an important component for the transfer of information between organizations and it allowed a huge range of application opportunities. A group of systems that require a large volume of information exchange is the Geographic Information Systems. The sharing of spatial data from different sources has a huge projection if it has been inserted in a computing environment where spatial data are freely shared in an integrated manner. Organizations that wish to share data use to bump with significant issues regarding the encoding formats, storage, data quality, limitations on content, map projection parameters, data structures and metadata. Brazil still does not have any standard in production agencies in terms of data and metadata. That is why users have a lot of troubles to find spatial data and to get information about those data content to know if they are really useful. The objective of this work was to create a methodology for spatial data integration in an environment where data have a big heterogeneity using Spatial Data Infrastructure. This method proposes the study of the metadata, the evaluation of the content data and the integration of this data. At the end of this process is created a catalog of data, very important for localization, access and provision of information about the spatial data. The proposed methodology was applied in the river basin management and it obtained as a result, a fully integrated set of data with standardized metadata in accordance with the MGB Profile and accessible to users.

1 Introdução

A expansão do volume de informações e dados pelos sistemas computacionais estimula a criação de diferentes aplicações. Por manipular dados espaciais, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) necessitam de capacidade para processar diferentes formatos de dados. O crescimento de trabalhos nessa área faz com que empresas e entidades de pesquisa coloquem disponíveis aos usuários uma grande quantidade de produtos. Como consequência, surge a necessidade de trocar dados entre diferentes sistemas e aplicações. A disseminação e compartilhamento de dados espaciais de origens diversas têm uma enorme projeção se apoiado por um ambiente computacional em que os dados são livremente compartilhados de maneira integrada. As organizações que pretendem compartilhar dados normalmente esbarram com questões significativas quanto aos formatos de codificação, armazenamento, qualidade dos dados, limitações de conteúdo, parâmetros de projeção cartográfica e estruturas de dados (RAJABIFARD, 2001).

O termo Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE), do inglês *Spatial Data Infrastructure* (SDI), relaciona as fontes de dados, aplicações, redes de computadores, normas e questões governamentais com informações de dados espaciais que é entregue aos potenciais utilizadores através de diferentes meios (COLEMAN; MCLAUGHLIN; NICHOLS, 1997). Entende-se como dados espaciais, todo aquele conjunto de dados que possui, além dos campos literais, algum campo geográfico (DAVIS; LACERDA, 2005).

Giff e Coleman (2003) simplificam o significado de IDE quando descrevem que uma IDE deve proporcionar uma estrutura eficiente e eficaz, que seja fácil de trabalhar, fácil de usar, e controlável pelos usuários. Uma IDE deve facilitar a busca do usuário por dados espaciais.

Warnest (2005) separa os componentes de IDE em Dados, Pessoas, Instituições, Tecnologia e Padrões de metadados, e é justamente nesse último componente, o Padrão de metadado, que está focada a proposta desse trabalho.

1.1 O Problema e Sua Importância

O compartilhamento de grandes volumes de dados espaciais vem se tornando cada vez mais importante. Os SIG deixaram de ser apenas ferramentas ligadas a projetos para se tornarem gerenciadores de recursos informacionais corporativos (INSPIRE, 2002).

Existe uma crescente necessidade de compartilhar dados geográficos entre diferentes partes interessadas como, por exemplo, setores da administração pública, profissionais, cidadãos, usuários experientes, SIG e diversos sistemas de informação, a fim de permitir o acesso e uso coerente e contextual da informação geográfica. Essa necessidade tem sido a base de uma série de iniciativas nacionais e internacionais, para configurar infraestruturas regionais, nacionais, internacionais e globais, para coleção e disseminação de dados geográficos. Como exemplo, pode-se citar as iniciativas INSPIRE (*IN*frastructure for *SP*atial *Info*Rmation in Europe), SEIS (*Shared Environmental Information System*), GEOSS (*Global Earth Observation System of Systems*) e GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*) (VACCARI; SHVAIKO; MARCHESE, 2009).

A integração de dados espaciais é um componente essencial para vários serviços, especialmente para aqueles que dependem de dados espaciais provenientes de diversas fontes. A diversidade e a sensibilidade de cada grupo de dados implicam em diferentes considerações na administração dos dados. Os conjuntos de dados mais fundamentais são mais disponíveis, mais interoperáveis, têm metadados mais completos, modelos de dados mais consistentes, preços mais acessíveis e organizações envolvidas de forma a tornar o acesso aos dados mais acessíveis, enquanto os dados sobre negócios incluídos nas infraestruturas, sobre serviços públicos e dados sócio-econômicos são menos acessíveis ao público e cada empresa tem o seu padrão de dados e frameworks. Essa diversidade nos provedores de dados e suas prioridades na coordenação dos dados dificultam a integração de dados (MOHAMMADI; RAJABIFARD, 2010).

Um problema que envolve dados espaciais é sua alta heterogeneidade, uma vez que eles não apenas diferem com relação a sua representação e métodos de armazenagem, mas também na forma de encontrá-los e recuperá-los. Quando não há uma organização reguladora da produção de dados espaciais, cada empresa

desenvolve (ou tenta desenvolver) seu próprio padrão e metodologias de produção dos seus dados, o que faz com que haja uma diferença muito grande na produção de dados espaciais entre cada empresa produtora. Outro problema é a dificuldade de se encontrar esses dados, já que muitas vezes eles não são bem documentados, o que faz com que seus metadados (dados sobre os dados) sigam um padrão diferente entre cada empresa fornecedora de dados, ou até mesmo dentro da própria instituição. Esse problema gera um esforço e gasto desnecessários nas instituições, pois o custo de se produzir os dados é muito maior do que o custo de se comprar os dados já prontos. Essa falta de metadados pode gerar a duplicação de dados até mesmo entre setores diferentes dentro de uma mesma instituição.

1.2 Objetivos

O objetivo desta pesquisa é criar uma metodologia de integração de dados espaciais heterogêneos provenientes de diversas fontes, tendo por base o conceito de Infraestrutura de Dados Espaciais, e de disponibilização dos dados integrados aos usuários na forma de arquivos de dados ou de serviços.

Especificamente, pretende-se:

- a) Catalogar os padrões de metadados existentes nas fontes de dados espaciais;
- b) Estabelecer o padrão que será adotado para a os dados e metadados;
- c) Desenvolver uma metodologia para realizar a integração de dados espaciais heterogêneos simulando-se Infraestrutura de Dados Espaciais;
- d) Aplicar a metodologia de integração de dados espaciais descrita no item (c) na gestão da bacia hidrográfica do rio Paracatu, com dados relacionados a recursos e demandas hídricos e ambientais, disponíveis em diferentes agências (ex.: ANA, IBGE, MMA).

1.3 Estrutura da Dissertação

No capítulo 2 são tratados os principais conceitos relacionados a dados espaciais que são usados no decorrer da dissertação, principalmente para a descrição da metodologia.

No capítulo 3 são discutidos os principais temas relacionados à hidrologia, que são utilizados para o embasamento da criação da metodologia proposta e para esclarecimentos sobre os conceitos apresentados.

No capítulo 4 é discutida passo a passo a metodologia proposta. Cada passo da metodologia é separado em um subcapítulo e há uma forte relação de ordem entre eles.

No capítulo 5 é discutida a aplicação da metodologia para a gestão de outorgas na bacia do Rio Paracatu, localizada na região noroeste do estado de Minas Gerais e que também ocupa uma parte do estado de Goiás e todo o Distrito Federal.

No capítulo 6 são apresentadas as conclusões do trabalho e sugestões de trabalhos futuros.

2 Conceitos em Dados Espaciais

Este capítulo descreve os principais conceitos relacionados à integração de dados espaciais. Esses conceitos são importantes para o entendimento dessa integração que é baseada no conceito de Infraestrutura de Dados Espaciais.

2.1 Infraestrutura de Dados Espaciais

Devido à necessidade e aos desafios da produção, cooperação e compartilhamento de dados espaciais surgiram, durante a década de 1980, os primeiros conceitos relacionados à Infraestrutura de Dados Espaciais. Os primeiros estudos e iniciativas de se criar uma IDE Nacional surgiram nos Estados Unidos, (ONSRUD et al., 2004). Em 1990 foi criado nos Estados Unidos o Comitê Federal de Dados Espaciais (do inglês, *Federal Geographic Data Committee*, FGDC) que promove o desenvolvimento da IDE através da criação de documentação de melhores práticas de uso de IDE, padrões e frameworks. Outro país que também vem tendo grande participação no desenvolvimento de IDE é a Austrália, que através do *Australian Spatial Information Council* (ANZLIC) que tem no seu principal foco a integrabilidade de conjuntos dados espaciais heterogêneos (WILLIAMSON; RAJABIFARD; FEENEY, 2003). Outra iniciativa importante na história da IDE é o INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in Europe*), com abrangência na Europa, que tem o foco principal na integração de dados espaciais provenientes de várias fontes (INSPIRE, 2002).

Uma IDE propõe uma nova arquitetura para o desenvolvimento de aplicações geográficas, na qual dados são providos por diferentes serviços de informação através de redes de computadores (DAVIS; LACERDA, 2005).

O valor agregado de uma IDE não está relacionado primeiramente aos seus dados, mas sim à facilidade de encontrar, acessar e usar esses dados (CRAGLIA; CAMPAGNA, 2010). Em uma IDE, múltiplos provedores de informação, cada qual com especialidade em um conjunto de dados temáticos ou em dados sobre uma região específica, catalogam seus serviços em um servidor público, com metadados seguindo um padrão comum pré-estabelecido (DAVIS; ALVES, 2006). Os usuários podem então escolher os serviços de informação segundo seu interesse e estabelecer

uma conexão com esses dados usando a Internet (COLEMAN; MCLAUGHLIN, 1998).

Esse tipo de abordagem é importante em 3 aspectos. Primeiramente porque os usuários sempre têm acesso à versão mais atual dos dados. Porque há metadados que informam detalhes sobre os dados, sem a necessidade de realizar o *download* destes dados e que facilitam a localização dos dados e a tomada de decisão sobre a utilidade dos dados. E por último, porque há a capacidade de suas aplicações manterem-se menores, sem necessidade de muito espaço local de armazenamento dos dados, principalmente para aplicações de computação móvel. Além disso, arquiteturas orientadas para serviços promovem maior interoperabilidade, uma vez que as aplicações-cliente não necessitam conhecer detalhes sobre os sistemas que mantêm os dados de seu interesse, inclusive detalhes sobre formatos de armazenamento, estruturas de dados e métodos de acesso (WARNEST, 2005).

Os propósitos de uma IDE são (GROOT, 1997):

- Poupar tempo, esforço e dinheiro no acesso aos dados espaciais e utilizá-los com responsabilidade;
- Evitar a duplicação desnecessária dos dados espaciais, através da harmonização e padronização das bases de dados e compartilhamento dos dados disponíveis.

Uma IDE é formada por vários componentes fortemente relacionados e que as vezes se sobrepõem (WARNEST, 2005). São eles:

- Dados – São os componentes centrais da IDE e podem ser encontrados em diversos tipos de fontes;
- Pessoas – São os responsáveis por coletar, manter e distribuir os dados espaciais. São responsáveis pelo treinamento e pesquisa em IDE e também pela determinação de quais dados são necessários e como estes serão acessados;
- Instituições – São responsáveis pela legislação, coordenação e criação de políticas para a IDE;
- Tecnologia – Provê as necessidades físicas e infraestruturais da IDE, ajudando a manter, processar, disseminar e acessar os dados espaciais;

- Padrões – Permitem a descoberta, troca, integração e usabilidade dos dados espaciais. São compostos por sistemas de referência, modelos de dados, dicionários de dados, qualidade dos dados, transferência de dados e metadados (PAIXÃO; NICHOLS; COLEMAN, 2008);
- *Stakeholders* - São responsáveis por determinar a demanda dos dados espaciais, isto é, eles determinam quais dados são necessários e que devem ser disponibilizados na IDE.

Para perceber as vantagens de uma IDE e acelerar o seu desenvolvimento, seis fatores importantes devem ser considerados na sua implantação (RAJABIFARD; WILLIAMSON, 2001). Esses fatores são:

- Consciência do uso de Informação Geográfica;
- Cooperação entre os vários *Stakeholders*;
- Envolvimento dos interesses políticos;
- Conhecimento sobre o tipo, localização, qualidade e propriedade das Bases de Dados;
- Acessibilidade das Bases de Dados; e
- O uso amplo das Bases de Dados.

O desenvolvimento e implementação de IDE são baseados em diferentes grupos de pessoas, organizações e agências (HAMZAH et al., 2010). São eles:

- IDE Regional ou Global – interessada na cooperação entre múltiplos países e precisa de baixa resolução dos dados;
- IDE Nacional – usa baixa resolução de dados ou dados em escala pequena. Frequentemente produzindo e usando dados com pouco nível de detalhes e cobrindo grandes extensões;
- IDE Estadual – usa dados em resolução de média a alta, grandes escalas e grandes parcelas de dados. Também usa dados pouco detalhados e cobre grandes regiões pertencentes a um contexto;
- IDE Local – criação e utilização de grande quantidade de informações cobrindo uma pequena área, com grande nível de detalhes e escalas

grandes, dentro dos limites de jurisdição. Necessita de dados como base para as aplicações e a frequente integração destes dados.

O desenvolvimento de uma IDE não é um trabalho simples. Segundo (MAN, 2010) “o processo de desenvolvimento de IDE é guiado pelos interesses, crenças e valores dos *Stakeholders* envolvidos, e por causa disso, existem conflitos e competição, o que faz com que o seu desenvolvimento não seja um processo linear, mas tende a ser convulsiva e girar em torno de dilemas”.

Recentemente foi estabelecida a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE-Brasil), de abrangência nacional, através do Decreto Lei nº 6.666 de 27 de novembro de 2008 (CONCAR, 2009). Seu objetivo é ordenar a criação, armazenamento, acesso, compartilhamento, divulgação e uso dos dados geoespaciais.

2.2 Metadados e Padrões de Metadados

Metadados são dados sobre dados e são elaborados em um formato padrão (PAIXÃO; NICHOLS; COLEMAN, 2008).

Os arquivos de metadados de dados espaciais são codificados usando a metalinguagem XML (*eXtensible Markup Language*). Por utilizarem o XML, consegue-se a interoperabilidade de dados entre várias instituições, pois os metadados descrevem com detalhes os dados e permitem que aplicações localizem e acessem os dados com maior precisão e rapidez.

Para que haja a integração dos dados espaciais entre as diversas instituições é necessário que os metadados a) apresentem informações a respeito da identificação do produtor e a sua responsabilidade técnica de produção; b) tenham uma padronização da terminologia utilizada; c) apresentem a qualidade da informação geográfica; e d) apresentem informações de acesso e transferência dos dados (CONCAR, 2009).

A criação de metadados tem três objetivos principais (FGDC, 2000). O primeiro é organizar e manter o investimento dos dados produzidos por uma organização. Com a mudança no quadro de funcionários de uma empresa, os novos trabalhadores podem ter dificuldade em compreender o conteúdo e utilização de dados criados anteriormente e podem criar uma desconfiança a respeito do conteúdo desses dados. Com isso, a reutilização desses dados pode ser prejudicada, e haverá

um novo custo de coleta de dados. Além disso, essas descrições também podem fornecer uma proteção para a organização produtora dos dados, caso surjam conflitos sobre o uso indevido de dados (FGDC, 2011a).

O segundo objetivo é fornecer informações para os catálogos de dados e *Clearinghouses*. Entende-se *Clearinghouse* como um portal Web onde diversos serviços de uso comum são oferecidos, visando facilitar o acesso a dados espaciais através de um centralizador onde podem ser encontrados dados de diversas fontes e os serviços disponíveis. A *Clearinghouse* utiliza os metadados referentes aos conjuntos de dados disponíveis, para fornecer informações que ajudem o usuário a decidir se os dados são úteis ou não, e também provê instruções sobre como acessar esses dados e como usá-los (FGDC, 2011b).

Aplicações de SIG exigem muitos temas de dados, isto é, utilizam vários conjuntos de dados sobre contextos diferentes. No entanto, poucas organizações podem criar todos os dados que precisam por conta própria. Muitas vezes os dados criados por uma organização podem ser úteis também para outras e, através de consultas aos metadados nos catálogos de dados de *Clearinghouses*, as organizações podem encontrar os dados necessários, parceiros para compartilhar a coleta de dados e divisão dos esforços e também clientes para os seus dados.

O terceiro objetivo dos metadados é fornecer informações para auxiliar a transferência de dados. Na verdade, os metadados devem acompanhar a transferência de um conjunto de dados. Desta forma, os metadados auxiliam a organização a receber, processar e interpretar os dados.

Entre os padrões de metadados espaciais existentes, pode-se citar o padrão do *Federal Geospatial Data Committee* (FGDC), o padrão da *International Organization of Standards* (ISO) por serem os mais usados e importantes e o Perfil MGB (Metadados Geoespaciais do Brasil).

O FGDC adotou o *Content Standard for Digital Geospatial Metadata* (CSDGM) em 1994, que é hoje o padrão de metadados oficial dos Estados Unidos. O CSDGM tem a finalidade é fornecer um conjunto de definições comuns e terminologias para a documentação de dados espaciais (FGDC, 2011a).

Em Setembro de 2010, o FGDC adotou os seguintes padrões de metadados determinados pela ISO (FGDC, 2011a):

- ISO 19115 : padrão de descrição dos dados geográficos.
- ISO 19119 : padrão de descrição dos serviços de informações espaciais.
- ISO 19139 : padrão de codificação e de estruturação para transferência de informações espaciais.

O perfil MGB foi criado pelo CEMG (Comitê de Estruturação de Metadados Geoespaciais) e é baseado no padrão ISO 19115, e foi desenvolvido baseado em outros padrões, também baseados no padrão ISO 19115, de outros países e regiões. A Figura 1 apresenta em resumo, os campos obrigatórios, opcionais e condicionais (dependem do conteúdo de outro campo para serem necessários) dos metadados baseados no padrão MGB. A expectativa do CEMG “é que todos os órgãos produtores de dados geoespaciais, cartográficos e temáticos, se integrem ao esforço de validar este Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil, e que ele atenda as demandas de informações sobre produtos do Sistema Cartográfico Nacional” (CONCAR, 2009).

Entidades e elementos do Núcleo de Metadados do Perfil MGB Sumarizado			
Entidade / Elemento	Obrigatoriedade	Entidade / Elemento	Obrigatoriedade
1. Título	obrigatório	12. Tipo de Representação Espacial	opcional
2. Data	obrigatório	13. Sistema de Referência	obrigatório
3. Responsável	obrigatório	14. Linhagem	opcional
4. Extensão Geográfica	condicional	15. Acesso Online	opcional
5. Idioma	obrigatório	16. Identificador Metadados	opcional
6. Código de Caracteres do CDG	condicional	17. Nome Padrão de Metadados	opcional
7. Categoria Temática	obrigatório	18. Versão da Norma de Metadados	opcional
8. Resolução Espacial	opcional	19. Idioma dos Metadados	condicional
9. Resumo	obrigatório	20. Código de Caracteres dos Metadados	condicional
10. Formato de Distribuição	obrigatório	21. Responsável pelos Metadados	obrigatório
11. Extensão Temporal e Altimétrica	opcional	22. Data dos Metadados	obrigatório
		23. Status	obrigatório

Figura 1 - Resumo do Perfil MGB (CONCAR, 2009).

2.3 Open Geospatial Consortium

O *Open Geospatial Consortium* (OGC) é uma organização que determina padrões para a indústria de dados espaciais e abrange mais de 250 companhias, agências governamentais e universidades. Foi criado para promover o desenvolvimento de tecnologias que facilitem a interoperabilidade entre sistemas envolvendo informação espacial e localização (OGC, 2011). O OGC propôs uma arquitetura para distribuição de dados e funcionalidades geográficas sobre a Internet, assim, liderando o processo de padronização de formatos de dados, métodos e especificações de interfaces. Sua missão é a promoção do desenvolvimento e uso de padrões de sistema e técnicas avançadas de sistemas abertos na área de geoprocessamento, fornecendo especificações de interface que são amplamente disponíveis para o uso global (NOGUERAS-ISO et al., 2005).

Desta organização fazem parte diversas companhias de tecnologia, universidades, agências governamentais e organizações não-governamentais de cerca de 25 países. O Consórcio está sediado nos EUA, mas a maior parte de seus membros pertence a outros países, e sua abrangência é em nível global.

Um tipo especial de serviço proposto pela OGC, o *Web Notification Service* (Serviço de Notificação Web), ou WNS, pode enviar notificações de atualização para clientes registrados que participam de uma cadeia na qual algum serviço será alterado (ALVES, 2007).

Outros serviços fundamentais foram especificados pela OGC, como serviços para registro, composição, visualização e codificação de informação geoespacial. Há também a possibilidade de combinação desses serviços de forma a gerar sistemas de informação distribuídos com funções geográficas importantes. Os principais serviços descritos pela OGC são (SOUZA et al., 2005):

- *Web Feature Service* (WFS): provê uma interface para inserir, selecionar, atualizar e remover objetos espaciais;
- *Web Coverage Service* (WCS): provê acesso a geocampos (campos geográficos) de forma semelhante ao WFS, a resposta não apresenta imagens de geocampos, mas apenas detalhes sobre os mesmos;

- *Web Gazetteer Service (WGS)*: estende o WFS com recursos para a implementação de interfaces para dicionários geográficos;
- *Web Registry Service (WRS)* e *OpenGIS Catalog Service (OCS)*: implementam um serviço com funcionalidade similar ao *Universal Description Discovery and Integration (UDDI)* para serviços Web;
- *Web Coordinate Transformation Service (WCTS)*: provê um algoritmo que converte coordenadas de objetos geográficos entre diferentes sistemas de referência geoespacial;
- *Web Map Service (WMS)*: produz mapas para a Web no formato de imagem ou em formatos vetoriais tais como o formato *Scalable Vector Graphics (SVG)*, não apresentando assim dados geográficos, apenas uma representação pronta;
- *Web Terrain Service (WTS)*: similar a WMS e possui representações de superfícies em três dimensões.

2.4 GML

O GML é um padrão de codificação baseado no XML (*eXtensive Markup Language*) para armazenamento e transporte de dados geográficos, incluindo geometria e propriedades das feições geográficas. Trata-se de um padrão baseado no XML, e determina mecanismos e convenções para definição de esquemas e objetos geoespaciais, suporte à descrição de esquemas de aplicações geoespaciais específicas para um domínio, suporte ao armazenamento e transporte de aplicações e conjunto de dados e troca de informações e esquemas de aplicações geoespaciais entre organizações (SHEKHAR et al., 2001).

Especificada pelo OGC, o GML é capaz de realizar a modelagem dos diversos aspectos geográficos do mundo. O GML tem suporte para fenômenos ou objetos de até duas dimensões. Ainda não há suporte para objetos tridimensionais. O *Spatial Reference System (SRS)* define as geometrias que podem ser utilizadas, e estas são representadas como pontos (zero dimensões), linhas (uma dimensão), polígonos (duas dimensões) (veja a Figura 2) e sólidos (três dimensões), e há ainda representação para regiões, vistas como coleções de geometrias (HESS; IOCHPE, 2003).

```

<gml:Point>
  <gml:coordinates>10,10</gml:coordinates>
</gml:Point>

<gml:LineString>
  <gml:coordinates>0,0 20,20</gml:coordinates>
</gml:LineString>

<gml:Polygon>
  <gml:outerBoundaryIs>
    <gml:LinearRing>
      <gml:coordinates>0,0 20,0 20,20 0,20 0,0</gml:coordinates>
    </gml:LinearRing>
  </gml:outerBoundaryIs>
</gml:polygon>

```

Figura 2 - Codificação das geometrias de zero, uma e duas dimensões.

A Figura 2 mostra um exemplo de um arquivo de dados espaciais no formato GML, descrevendo objetos de 0, 1 e 2 dimensões, respectivamente.

Os esquemas XML que compõem a GML são os seguintes (LIMA; CÂMARA, 2001):

- feature.xsd – define o modelo abstrato;
 - geometry.xsd – define a geometria;
 - xlink.xsd – define a ligação entre documentos ou partes.
- Estes arquivos devem ser estendidos para criar outros esquemas XML, de forma que cada instituição tenha sua própria forma de armazenamento dos dados. A troca de dados entre instituições que adotem esquemas GML diferentes entre si necessita da conversão entre esquemas. Essa conversão é feita através do XSLT (*eXtensible Stylesheet Language for Transformation*) (LIMA; CÂMARA, 2001).

2.5 Integração de Dados

Os dados espaciais são muito importantes nos dias de hoje para o gerenciamento dos ambientes natural e urbano. As nações buscam sempre um monitoramento e controle dos impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente e os impactos das alterações dos ambientes. A prevenção e a previsão de catástrofes naturais, como terremotos, tsunamis, tempestades, furacões,

deslizamentos de terra tornou-se uma prioridade para a maioria dos países, principalmente depois do tsunami que atingiu a Indonésia e dos impactos causados e previstos pelo aquecimento global. Outra preocupação das nações é a proteção dos cidadãos contra atividades terroristas, desencadeada pelos ataques de 11 de setembro nos Estados Unidos (RAJABIFARD, 2010).

Muitos países começaram a desenvolver políticas sustentáveis, e passaram a criar políticas públicas para o cumprimento das normas para promover o desenvolvimento sustentável.

Essas atividades buscam controlar os ambientes natural e urbano e monitorar os impactos de um ambiente sobre o outro. Para que haja um controle eficaz desses ambientes, os seus componentes devem ser integrados afim de fornecer um modelo real do mundo. As IDE promovem acesso e utilização eficazes dos dados espaciais e estabelecem requisitos para a integração eficaz desses dados (MOHAMMADI; RAJABIFARD, 2010).

Em muitos sistemas de tomada de decisão, a integração de conjuntos de dados de várias fontes é um dos últimos objetivos, e este geralmente não é alcançado com sucesso. Por isso, as pesquisas sobre a interoperabilidade de dados espaciais de diversas fontes e a integração técnica têm ganhado bastante atenção. O desafio da integração de dados espaciais de várias fontes não está apenas nas questões técnicas, os requisitos não-técnicos, que incluem os institucionais, sociais, jurídicos e políticos, também devem ser levados em consideração (MOHAMMADI et al., 2006). A importância do uso de dados espaciais na tomada de decisão sobre o planejamento territorial é muito grande, e sabe-se que cerca de 80% das decisões tomadas por autoridades municipais são apoiadas por informação geoespacial (MATOS, 2006).

2.5.1 Interoperabilidade de Dados Espaciais

Inúmeros projetos de pesquisa e iniciativas sobre interoperabilidade têm visado a heterogeneidade de conjuntos de dados provenientes de várias fontes e o principal foco tem sido nos modelos e tecnologias para facilitar a integração de dados espaciais (AZEVEDO et al., 2010).

Três níveis de interoperabilidade foram definidos pelos pesquisadores: Sintático, Estrutural e Semântico (MOHAMMADI; RAJABIFARD, 2010).

A interoperabilidade sintática ajuda na reutilização, visualização, consulta e análise dos conjuntos de dados incluídos na integração. A necessidade de interoperabilidade sintática de várias origens e de várias arquiteturas de software distribuídas é tratada com padrões de serviços baseados na Web e formatos padrões como *Geographical Markup Language* (GML). Mas este é apenas o primeiro passo para a integração da informação real (MOHAMMADI, 2007).

A interoperabilidade estrutural permite um nível básico de conversão entre um esquema e outro e os dados espaciais são estruturados de acordo com a visão do fenômeno correspondente. Existem várias diferenças entre os conjuntos de dados provenientes de organizações diferentes, uma vez que essa estrutura é muito influenciada pelas organizações. A interoperabilidade estrutural está relacionada com incompatibilidades, como nomes, especificações, nomes de atributos, granularidade e valores de domínio (MOHAMMADI, 2009).

Interoperabilidade semântica é a habilidade do entendimento do significado dos dados entre vários sistemas. Além das diferenças estruturais, as diferenças de semântica das informações causam problemas na integração de dados provenientes de diversas fontes. Os usuários dos dados de uma organização produtora de dados não têm dificuldades pra entender os dados, mas quando esses dados são reutilizados por outras organizações, esse conhecimento prévio dos dados não existe, e aparecem as dificuldade de entendimento dos dados.

A Figura 3 mostra a hierarquia de interoperabilidade para uma harmonização efetiva dos dados espaciais.

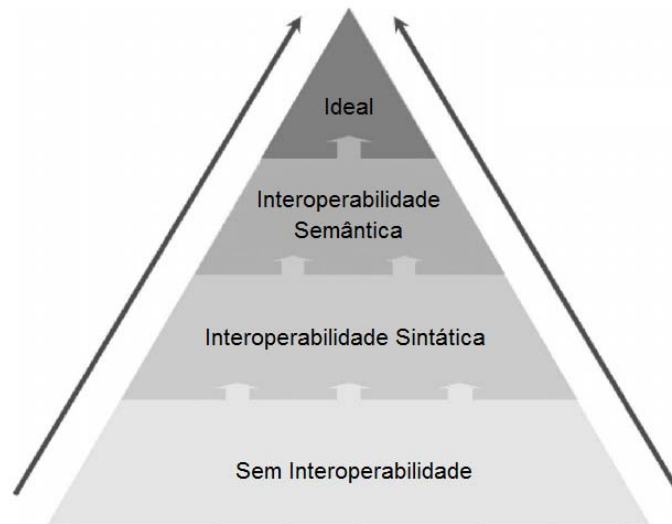


Figura 3 - Hierarquia e interoperabilidade de dados espaciais ideal (MOHAMMADI; RAJABIFARD, 2010).

2.5.2 Dificuldades da Integração de Dados Espaciais

Existem uma série de problemas que dificultam a integração de dados heterogêneos. Esses problemas podem ser classificados como técnicos e não-técnicos (MOHAMMADI et al., 2006).

Os problemas técnicos incluem padrões inconsistentes, heterogeneidade semântica, metadados incompletos ou ausentes e inconsistências nos modelos de dados (MOHAMMADI; RAJABIFARD; WILLIAMSON, 2008). Essas inconsistências podem ser classificadas como Institucional, Política, Legal e Social (MOHAMMADI; RAJABIFARD; BINNS; WILLIAMSON, 2006). Já os problemas não-técnicos remetem à inconsistência nos arranjos e políticas institucionais, conhecimento e entendimento diferentes, capacitação da equipe, falta de regulamentação e de metadados completos. A Figura 4 mostra as heterogeneidades e inconsistências provenientes de diferentes aspectos técnicos e não-técnicos, causadas pelas instituições responsáveis pela produção e administração de diferentes conjuntos de dados (MOHAMMADI; RAJABIFARD; WILLIAMSON, 2008).

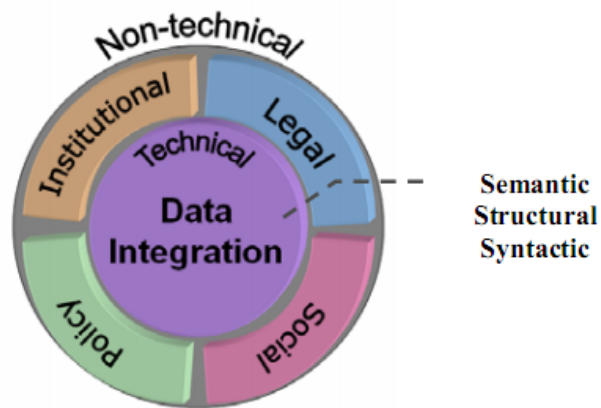


Figura 4 – Questões Técnicas e Não-técnicas da Integração de Dados (RAJABIFARD, 2010)

Do ponto de vista técnico, a heterogeneidade por ser considerada como estrutural, semântica e sintática, e são todas do nível institucional. A heterogeneidade sintática significa que vários sistemas usam diferentes linguagens de consultas (SQL, OQL, etc). A estrutural significa que diferentes sistemas espaciais guardam seus dados em diferentes estruturas. A semântica significa que os sistemas usam diferentes interpretações para os mesmos dados (MOHAMMADI, 2007).

Do ponto de vista não-técnico, existem os problemas institucionais, políticos, legais e sociais que demandam os maiores esforços para conseguir integrar dados, incluindo arranjos institucionais, preços, acesso e privacidade aos dados, prioridades governamentais e capacidade de produção (MOHAMMADI; RAJABIFARD, 2010). Na perspectiva legal, as seguintes questões se destacam (MOHAMMADI; RAJABIFARD; WILLIAMSON, 2008):

- Direitos, restrições e responsabilidades;
- Direitos autorais e direitos de propriedade intelectual;
- Acesso aos dados;
- Privacidade; e
- Licença de uso.

Uma integração de dados heterogêneos requer que as questões técnicas e não-técnicas sejam resolvidas. Para que esse processo seja racionalizado, os dados devem

estar preparados para a integração através de um identificador e um framework de IDE para coordenadas que possua padrões, políticas e ferramentas técnicas. Esse framework, juntamente com orientações associadas e ferramentas de integração, facilitaria mais a integração de dados espaciais heterogêneos (MOHAMMADI; RAJABIFARD, 2010).

A seguir são listadas as questões técnicas, que são todas relacionadas ao nível institucional (MOHAMMADI; RAJABIFARD, 2010):

- Heterogeneidade computacional (padrões e interoperabilidade);
- Manutenção da topologia vertical;
- Heterogeneidade semântica;
- Sistemas de referência e consistência na escala;
- Consistência na qualidade dos dados;
- Existência e qualidade de metadados;
- Consistência nos formatos dos dados;
- Consistência nos modelos dos dados;
- Heterogeneidade atribuída;
- Utilização de modelos de colaboração consistentes;
- Diferença no modelo de financiamento; e
- Conscientização da integração de dados.

As questões e inconsistências não-técnicas da integração podem ser separadas em três grupos: políticas, legais e sociais. As questões políticas são (RAJABIFARD, 2010):

- Existência de suporte;
- Legislação;
- Consistência na política;
- Controladores e prioridade (desenvolvimento sustentável); e
- Preço.

As questões legais da integração são as seguintes:

- Definição dos direitos;
- Restrições e responsabilidades;
- Consistência na abordagem dos direitos autorais e dos direitos de propriedade intelectual; e
- Diferentes acessos aos dados e políticas de privacidade.

Por último, temos as questões sociais (MOHAMMADI; RAJABIFARD, 2010):

- Questões culturais;
- Pouca atividade de capacitação; e
- Pessoas interessadas de diferentes partes.

3 Conceitos em Hidrologia

Neste capítulo são descritos os principais conceitos de hidrologia que serão utilizados na metodologia proposta e no estudo de caso.

3.1 Rios e Trechos de Rios

Um trecho de rio refere-se a um curso d'água originado em uma nascente ou no encontro de 2 outros trechos e que é terminado no seu encontro com outro trecho de rio, em um reservatório de água ou na foz do rio (geralmente o oceano). Em outras palavras, um trecho seria uma porção do rio que não sofre nenhuma interferência de outro trecho. Sempre que dois trechos de rio se encontram, estes se transformam em outro trecho de rio, que irá se juntar com outro trecho, e assim sucessivamente até que se chegue à foz do rio. Normalmente é considerada uma vazão única para toda extensão do trecho de rio (SILVEIRA et al., 1998). A Figura 5 mostra o exemplo de um rio, formado por cinco trechos de rio, sendo que cada trecho é representado por uma cor diferente.

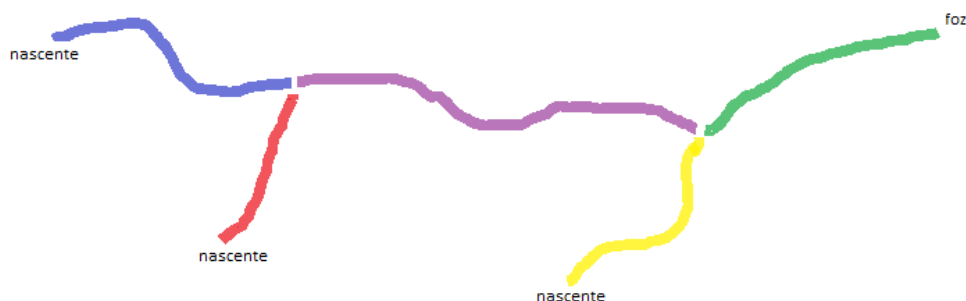


Figura 5 - Trechos de rio

Um rio é formado por um conjunto de trechos de rio. Ao contrário do trecho de rio que é determinado naturalmente, o rio é uma entidade determinada de forma não-natural, isto é, as entidades competentes que determinam quais trechos irão formar um rio. Normalmente um rio é formado pelos seus trechos de maior vazão, mas isso não é uma verdade absoluta. Com raras exceções, um rio sempre inicia em uma nascente e termina na foz ou em outro rio ao qual ele é afluente (SILVEIRA; ROBAINA; GIOTTO; DEWES, 1998).

3.2 Bacia Hidrográfica

Uma Bacia hidrográfica pode ser entendida como o conjunto das terras que contribuem (área de contribuição) com um rio principal, seus afluentes e subafluentes. A bacia hidrográfica evidencia a hierarquização dos rios, ou seja, a organização natural por ordem de menor volume para os de maior volume (BARRELLA; PETRERE; SNITH, 2001). Cada rio, por menor que seja, tem sua bacia hidrográfica delimitada, que representa toda a área em volta deste rio que contribui para a sua vazão. Portanto, a bacia hidrográfica de um rio é formada por todas as áreas de contribuição de seus afluentes e sub-afluentes, e não apenas as áreas de contribuição dos trechos que formam este rio. A Figura 6 ilustra as principais bacias hidrográficas do Brasil.



Figura 6 - Principais Bacias Hidrográficas do Brasil (MUNDO EDUCAÇÃO, 2012).

3.3 Estações de Medição de Parâmetros

As estações de medição de parâmetros podem ser definidas como equipamentos com localização bem definida para medições de diversos tipos de

parâmetros. Entre elas estão as fluviométricas, pluviométricas e de qualidade da água.

Estações Fluviométricas são aquelas responsáveis por medir a vazão do trecho de rio onde se encontra. Através das medições das vazões de uma estação fluviométrica é possível determinar valores como $q_{7,10}$, q_{90} e q_{95} de um rio. A $q_{7,10}$ representa a média dos últimos 10 anos da menor vazão média calculada para 7 dias consecutivos. A q_{90} representa a maior vazão da qual 90% dos dias do ano a vazão do rio esteja acima, e a q_{95} é semelhante à q_{90} , mas trabalha com o valor de 95% (SILVA et al., 2006).

Para os trechos onde há estação fluviométrica instalada, o valor da vazão é determinado pelas medições diárias, mas para os trechos onde não há estações, o valor da vazão é determinado através de interpolações dos valores das estações mais próximas.

As Estações Meteorológicas são aquelas responsáveis pela medição dos índices pluviométricos, da temperatura, umidade do ar em uma região e outros parâmetros (LIMA, 2005). Elas são importantes para a determinação do volume e da intensidade das chuvas que caem em uma determinada bacia hidrográfica para assim, determinar o volume de água que está sendo fornecido para a área de contribuição do rio ao qual ela pertence.

As Estações de Qualidade da Água são responsáveis pela medição de uma série de fatores em um determinado trecho de rio. Através da comparação destas informações com os dados aceitáveis é possível tomar providências caso a água esteja imprópria para determinada atividade (ex.: irrigação, consumo humano, etc.) e estes dados servem também para acompanhar a evolução da qualidade da água ao longo dos tempos (KÖNIG et al., 2008). Alguns índices mais comuns são: pH da água, quantidade de cloretos e nitratos, turbidez, concentração de oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, temperatura da água e do ar e quantidade de sólidos presentes na água (TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

Todas essas estações disponibilizam séries históricas de dados de vários anos. Essas séries são importantes para se ter a real ideia da evolução de um determinado parâmetro ao longo dos anos e poder se fazer uma previsão mais precisa do comportamento deste parâmetro no futuro.

3.4 Outorgas

Uma outorga consiste no direito de uso de recursos hídricos concedido pela Agência Nacional de Águas (ANA), e está estabelecida no inciso III, do art. 5º da Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. A outorga tem como objetivo principal garantir o controle do uso da água e o exercício dos direitos de acesso à água (ANA, 2011).

De acordo com o inciso IV, do art. 4º da Lei Federal nº 9.984, de 17 de junho de 2000, cabe à ANA outorgar o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União, e também emitir outorga preventiva. A ANA deve também tornar públicos os pedidos de outorga e a autorização nos Diários Oficiais da União e do Estado onde foi concedida (ANA, 2011). Entende-se por água de domínio da União como sendo as águas dos rios e lagos que banham mais de um estado, fazem limite entre estados ou entre o território do Brasil e o de um país vizinho. As outorgas de águas de domínio estadual, isto é, as águas subterrâneas e superficiais que tenham nascente e foz dentro do território do estado, são concedidas e fiscalizadas pelos órgãos estaduais competentes, no caso do estado de Minas Gerais, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) (IGAM, 2011).

Para cada trecho de rio da bacia é calculado o valor da $q_{7,10}$, que representa a média dos últimos 10 anos da menor vazão média calculada para 7 dias consecutivos. Ou seja, calcula-se a menor vazão média para 7 dias consecutivos de cada ano, e calcula-se a média dos últimos 10 anos (IGAM, 2011).

A disponibilidade hídrica é a informação principal de apoio à decisão sobre autorização de outorga de direito de uso de recursos hídricos e corresponde à porcentagem da $q_{7,10}$ de cada trecho do rio que pode ser outorgada. Essa porcentagem pode variar de acordo com o estado onde foi concedida a outorga.

No caso de Minas Gerais, a porcentagem da $q_{7,10}$ que pode ser outorgada é de 30%. Isto significa que em um trecho onde a $q_{7,10}$ vale $Y \text{ m}^3/\text{s}$, a soma da vazão das outorgas nesse trecho não podem ultrapassar $0,3Y \text{ m}^3/\text{s}$ (IGAM, 2011).

Por isso é extremamente importante o estudo detalhado de cada pedido de outorga, visando minimizar os danos ambientais e socioeconômicos das concessões das outorgas (SILVEIRA et al., 1998).

4 Proposta de Integração de Dados Heterogêneos usando uma IDE

A integração dos dados espaciais depende de uma série de etapas que devem ser seguidas em uma ordem cronológica pré-estabelecida. Primeiro os dados são avaliados na sua forma bruta (como são disponibilizados nas fontes) e após isso passam por uma série de transformações e melhorias para então chegar aos resultados que se espera: dados consistentes, confiáveis, seguros, bem documentados, fáceis de encontrar e disponíveis para o usuário. Essa primeira etapa determina quais etapas serão necessárias para se chegar ao resultado, e por isso, dependendo da qualidade de um determinado conjunto de dados, serão necessárias ou não algumas das etapas deste processo. A Figura 7 apresenta um diagrama de fluxo das etapas que envolve a integração de dados.



Figura 7 - Etapas da Integração de Dados Espaciais

Nas subseções seguintes estão apresentadas e detalhadas cada etapa da integração, na ordem que elas devem ser executadas.

4.1 Avaliação dos Dados Disponíveis

Devido ao fato de o Brasil possuir uma IDE muito recente, as empresas produtoras de dados espaciais, mesmo as governamentais, não seguem o padrão determinado para criação e disponibilização dos dados para os usuários. No caso das agências produtoras de dados do contexto hidrológicos, a realidade não é diferente.

A ausência de metadados sobre os dados espaciais causa uma grande dificuldade tanto para os usuários quanto para as empresas produtoras. A dificuldade para o usuário está no fato de não conseguir encontrar os dados dos quais necessita, e quando os encontra não consegue obter informações suficientes para saber se os dados realmente atendem à sua necessidade.

Para as empresas produtoras, a dificuldade está no fato do desconhecimento da existência de dados já produzidos. O custo de produção dos dados é maior que o custo da compra dos dados já produzidos, e às vezes os dados estão disponibilizados até gratuitamente. Há com isso, a duplicação dos dados e conseqüentemente, um custo desnecessário na produção de dados.

Às vezes, em uma mesma empresa existe essa duplicação de dados em diferentes setores, justamente pelo fato de não haverem metadados ou de os metadados serem insuficientes para a localização e compreensão dos dados.

Para que os dados sejam integrados, é necessário que haja primeiramente uma avaliação desses dados e dos seus metadados, se houver. Os dados que se deseja integrar são avaliados em uma série de parâmetros como:

- Data de criação dos dados;
- Obrigatoriedade de campo específico;
- Presença de Metadados;
- Sistema de Coordenadas, etc.

Essa é a primeira etapa da integração, e determinará se o conjunto de dados analisado está apto ou não para ser integrado. Ou seja, se há a possibilidade de prosseguir com a integração ou se o conjunto de dados possui problemas críticos que impedem a sua integração.

1	Processo Outorga	Empreendedor	Latitude	Longitude	Fuso	UTM X	UTM Y	Meridiano Central
855	05575/2007	MÁRIO LÚCIO ZUMPANO	19°20'58"	44° 2'15"	0			0
856	05576/2007	MÁRIO LÚCIO ZUMPANO	19°21'20"	44° 2'3"	0			0
857	07153/2006	COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS	16°48'21"	42° 2'26"	0			0
858	07154/2006	COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS	21°58'24"	44° 11'29"	0			0
859	00283/2009	AGROPECUÁRIA TONINHO VICENTE LTDA	18°32'46"	49° 11'57"	0			0
860	00284/2009	AGROPECUÁRIA TONINHO VICENTE LTDA	18°32'50"	49° 11'54"	0			0
861	00285/2009	AGROPECUÁRIA TONINHO VICENTE LTDA	18°32'51"	49° 11'25"	0			0
862	00286/2009	AGROPECUÁRIA TONINHO VICENTE LTDA	18°32'50"	49° 11'54"	0			0
863	00287/2009	AGROPECUÁRIA TONINHO VICENTE LTDA	18°32'51"	49° 11'25"	0			0
864	12803/2008	COMPANHIA DE GÁS DE MINAS GERAIS - GASMIG	20°36'48"	43° 56'1"	0			0
865	12804/2008	COMPANHIA DE GÁS DE MINAS GERAIS - GASMIG	20°36'34"	43° 56'33"	0			0
866	12805/2008	COMPANHIA DE GÁS DE MINAS GERAIS - GASMIG	20°36'48"	43° 56'1"	0			0
867	07760/2008	CONCESSIONÁRIA RODOVIA MG-050 S/A	19°58'5"	44° 21'52"	0			0
868	07761/2008	CONCESSIONÁRIA RODOVIA MG-050 S/A	19°58'16"	44° 22'30"	0			0
869	07762/2008	CONCESSIONÁRIA RODOVIA MG-050 S/A	19°58'24"	44° 22'47"	0			0
870	07763/2008	CONCESSIONÁRIA RODOVIA MG-050 S/A	19°58'51"	44° 23'24"	0			0
871	07764/2008	CONCESSIONÁRIA RODOVIA MG-050 S/A	19°58'53"	44° 23'37"	0			0
872	05504/2009	LEVINO PINHEIRO DE MORAIS FILHO	17°12'45"	47° 3'18"	0			0
873	00978/2009	JOSÉ REGINALDO QUEIROZ PEREIRA E OUTROS	17°58'29"	47° 4'26"	0			45
874	00861/2009	PAULO AFONSO CRUZEIRO E OUTRO	17°20'3"	46° 1'58"	0			0
875	01826/2008	RENATO MULLER	17°19'28"	47° 0'34"	0			0
876	01902/2009	RENATO MULLER	17°19'6"	47° 0'23"	0			0
877	11406/2008	LATICÍNIOS DAMATTA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	21°6'52"	42° 24'21"	0			0
878	04806/2008	MMF RECICLAGENS LTDA	21°17'55"	42° 35'43"	0			0
879	06743/2007	LUIZ ANTÔNIO GOMES DOS SANTOS			23	766148	7774753	0
880	12960/2008	TEXLAV LTDA (J&M JEANS LTDA)	21°16'15"	42° 56'13"	0			0
881	06874/2006	DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE LIMA DUARTE	0"	0"	23	600348	7587030	45
882	07229/2009	DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES	21°46'38"	43° 24'5"	0			0
883	06522/2008	AGILMAR FERREIRA PINTO	18°57'4"	46° 55'47"	0			0
884	04750/2007	RODRILGO RODRIGUES REZENDE	19°9'18"	48° 46'0"	0			0
885	12989/2008	LUIZ ALBERTO FRANCO JUNIOR	18°59'20"	49° 41'36"	0			0

Figura 8 - Dados de outorgas como são disponibilizados na fonte (ANA, 2011)

A Figura 8 mostra os dados de outorgas disponibilizados em arquivo MS Excel. Pode-se notar que alguns dados apresentam informação espacial em branco, outras com valores inválidos e algumas com repetição de coordenadas.

A automatização desta etapa do processo de integração, quando é possível, exige um grande esforço para se implementar. Os dados são disponibilizados em vários formatos, com padrões de metadados diferentes e com diversos tipos de políticas de segurança. Se não bastasse isso, devido ao fato de alguns conjuntos de dados serem bem grandes, com milhares ou milhões de registros, estes tiveram a participação de várias pessoas, ou até várias empresas, para realizar a sua captação e digitalização. Por isso, em um mesmo conjunto de dados pode haver dois ou mais sistemas de coordenadas diferentes, com padrões de nomes diferentes.

4.2 Padronização dos Campos Espaciais dos Dados

A segunda etapa da integração dos dados espaciais é a padronização da forma de como os campos espaciais dos dados disponíveis é apresentada. Esses campos espaciais podem vir representados das mais diversas formas, apresentado unidades diferentes ou escritas de forma diferentes.

A quantidade de pessoas envolvidas no processo de coleta de dados espaciais, dependendo da complexidade, número de registros e área de abrangência, pode variar muito. Quando não há um consenso em relação ao tipo de representação das

coordenadas espaciais dos dados, cada pessoa envolvida nessa captura dos dados espaciais pode utilizar um formato diferente de representação dos dados espaciais, o que faz com o que o conjunto final dos dados espaciais fique bastante heterogêneo quanto à representação das informações espaciais. Por exemplo, para uma mesma coordenada pode-se ter as seguintes representações: $-43^{\circ}30'0''$ ou -43.5 ou $43^{\circ}30'0''S$.

A automação desta etapa é bastante complexa, uma vez que se deve saber de antemão todos os formatos nos quais os dados estão representados. Podem existir vários padrões diferentes em um mesmo conjunto de dados e, para isso, devem ser listados todos estes padrões e implementar o algoritmo de conversão para cada um deles. Esta etapa é fundamental para a próxima, que é a de filtragem dos dados.

4.3 Filtragem dos Dados

A terceira etapa consiste na filtragem dos dados que foram padronizados (caso tenha havido a necessidade). Muitas vezes é necessário filtrar os dados quando estes abrangem um contexto maior do que o de interesse.

Existem dois tipos de filtro: por campo geométrico e por campo não-geométrico. O filtro por campo geométrico consiste em eliminar algum objeto que se localize fora da região de interesse. Quando o objeto é representado por um ponto, essa filtragem é mais simples, pois basta verificar se o ponto localiza-se dentro da região. A dificuldade maior está quando o objeto é uma linha (ou conjunto de linhas) ou um polígono (ou uma região). Neste caso deve-se levar em conta a interseção do objeto com a região e definir a porcentagem de interseção que será usada para descartar este objeto. Por exemplo, descartar objeto que tenha mais de 60% da sua área fora da região de interesse.



Figura 9 - Trechos de rio que são disponibilizados na fonte de dados (ANA, 2011)

A Figura 9 ilustra os dados de trecho de rio que são disponibilizados na fonte. Quando se deseja trabalhar com apenas uma ‘porção’ destes dados, é necessário que se faça uma filtragem nestes dados. A Figura 10 mostra uma região de interesse, no caso a bacia do rio Paracatu. Esta região contém apenas uma pequena parte dos trechos que são disponibilizados, e para que não se tenha que trabalhar com um conjunto de dados muito maior do que o necessário (por questões de armazenamento, visualização e processamento), deve-se aplicar um filtro nesse conjunto de dados de forma a deixar apenas os trechos de rios contidos na região de interesse.

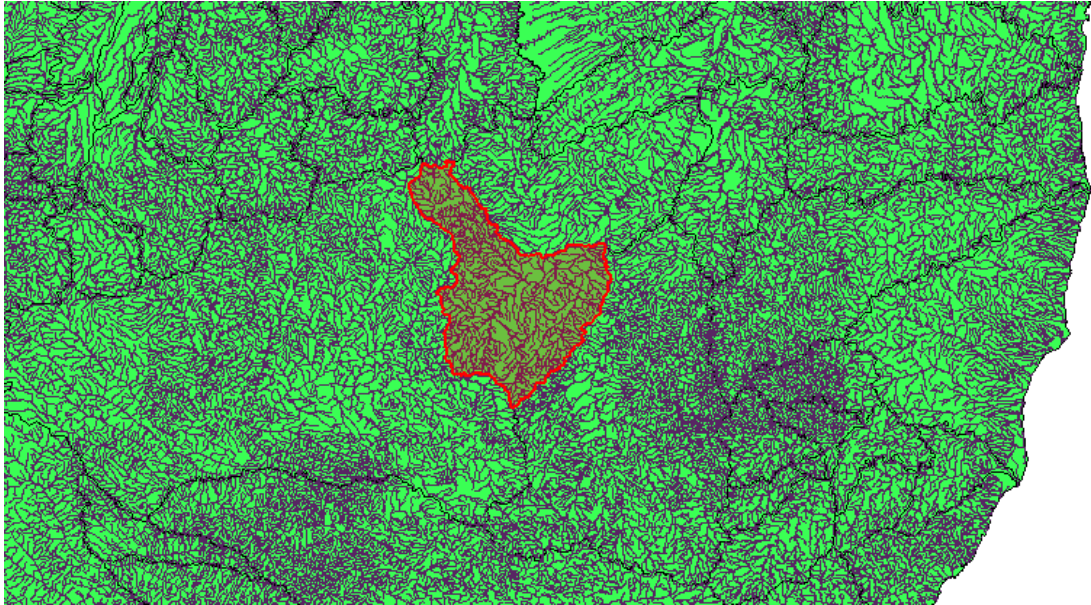


Figura 10 - Região de interesse dos dados (Bacia do Rio Paracatu) (ANA, 2011)

O filtro por campo não geométrico consiste na eliminação de objetos que tenham algum campo não-geométrico fora de um intervalo determinado (fora do interesse). Por exemplo, um objeto possui 2 campos chamados data de criação (data) e altitude (número real), mas só se tem interesse nos objetos criados há menos de 5 anos que se encontrem entre 0 e 700 metros de altitude. Neste caso o filtro só irá descartar os objetos que têm a data de criação menor que a data de hoje subtraída de 5 anos ou que tenham a altitude menor que 0 (zero) metros ou maior que 700 (setecentos) metros.

Na Figura 11 são mostrados alguns dados de ottobacia nível 7. Nestes dados podem ser aplicados uma série de filtros, de acordo com a necessidade. Por exemplo, pode-se aplicar um filtro na área de contribuição (coluna NUAREACONT) para desconsiderar todas as ottobacias com valores inferiores a 10 para esse campo. Outro exemplo seria selecionar apenas os registros que fazem parte da ottobacia 6 (campo NUNIVOTTO6) de código 484827.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	COTRECHO	COCURSODAG	COBACIA	NUAREACONT	NUORDEMCA	NUNIVOTTO1	NUNIVOTTO2	NUNIVOTTO3	NUNIVOTTO4	NUNIVOTTO5	NUNIVOTTO6	NUNIVOTTO	DTVERSAO
121	123	48482892	484828923	29,65	7,4	48	484	4848	48482	484828			9 07/12/2006
122	124	48482	48482793	22,78	5,4	48	484	4848	48482	484827			8 07/12/2006
123	125	48482812	48482812	38,00	7,4	48	484	4848	48482	484828			8 07/12/2006
124	126	484828	48482853	7,99	6,4	48	484	4848	48482	484828			8 07/12/2006
125	127	484828	48482897	24,84	6,4	48	484	4848	48482	484828			8 07/12/2006
126	128	48482896	48482896	8,43	7,4	48	484	4848	48482	484828			8 07/12/2006
127	129	48482792	484827921	3,50	6,4	48	484	4848	48482	484827			9 07/12/2006
128	130	484827922	484827922	16,90	7,4	48	484	4848	48482	484827			9 07/12/2006
129	131	48482892	484828921	8,15	7,4	48	484	4848	48482	484828			9 07/12/2006
130	132	484828	48482891	4,53	6,4	48	484	4848	48482	484828			8 07/12/2006
131	133	484828	4848287	17,68	6,4	48	484	4848	48482	484828			7 07/12/2006
132	134	48484	4848493	43,46	5,4	48	484	4848	48484	484849			7 07/12/2006
133	135	48484	4848491	0,43	5,4	48	484	4848	48484	484849			7 07/12/2006
134	136	484848	4848481	65,09	6,4	48	484	4848	48484	484848			7 07/12/2006
135	137	484828	48482893	33,62	6,4	48	484	4848	48482	484828			8 07/12/2006
136	138	484828	48482895	17,12	6,4	48	484	4848	48482	484828			8 07/12/2006
137	139	48482894	48482894	44,31	7,4	48	484	4848	48482	484828			8 07/12/2006
138	140	4848278	4848278	199,68	6,4	48	484	4848	48482	484827			7 07/12/2006
139	141	48482	48482791	233,25	5,4	48	484	4848	48482	484827			8 07/12/2006
140	142	4848492	4848492	80,28	6,4	48	484	4848	48484	484849			7 07/12/2006
141	143	48484	4848479	39,31	5,4	48	484	4848	48484	484847			7 07/12/2006
142	144	4848478	4848478	94,24	6,4	48	484	4848	48484	484847			7 07/12/2006
143	145	4848282	4848282	145,97	7,4	48	484	4848	48482	484828			7 07/12/2006
144	146	4848286	4848286	131,25	7,4	48	484	4848	48482	484828			7 07/12/2006
145	147	48482792	484827923	107,25	6,4	48	484	4848	48482	484827			9 07/12/2006
146	148	4848474	4848474	507,00	6,4	48	484	4848	48484	484847			7 07/12/2006

Figura 11 - Dados de Ottobacias de Nível 7 (ANA, 2011)

A automação deste processo é relativamente fácil, quando comparada com as duas primeiras. A dificuldade está justamente na definição das regras de filtragem dos dados, que varia para cada conjunto de dados.

4.4 Agrupamento de Dados de um Mesmo Contexto

Dados referentes a um mesmo contexto podem ser encontrados em duas ou mais fontes diferentes e com tipos de informações diferentes. Muitas vezes é necessário agrupar esses dados para que se tenha dados mais completos. Cada agência produtora cria os dados de acordo com a sua necessidade e escolhe quais informações são relevantes, mas o que é relevante para uma agência pode não ser para outra, e por isso existe essa heterogeneidade na quantidade e no tipo de informação que cada conjunto de dados contém.

O agrupamento irá justamente escolher os campos de interesse para os dados que serão integrados, agregando as informações de cada conjunto de dados aos novos dados e eliminando as informações que não são de interesse.

Essa operação tem como resultado dados mais completos e úteis do que se estivesse usando apenas uma fonte de dados. O principal desafio desta operação está em achar um campo comum entre os grupos de dados das fontes para se poder relacionar um registro de uma fonte com o seu correspondente na outra fonte, e caso não houver, a operação não pode ser realizada ou poderá exigir uma complexidade muito grande para se achar a correspondência.

Uma dificuldade desta operação é quando há informações divergentes entre as fontes. A tomada de decisão sobre quais dados estão certos e quais errados pode não ser automatizada, ou exigirá uma complexidade muito grande de implementação da solução.

Outra dificuldade está relacionada aos nomes dos campos usados, que podem ser diferentes de fonte para fonte. Por exemplo, o campo altitude pode se chamar 'altitude' em uma fonte, 'alt' em outra e simplesmente 'h' em outra.

4.5 Geração dos Metadados

A quinta etapa consiste em se gerar os metadados de cada dado integrado. Os metadados facilitarão a busca dos usuários pelos dados quando estes já tiverem sido integrados. Os metadados são gerados a partir dos metadados existentes (quando houver), de dados gerados nas etapas anteriores e de dados inseridos manualmente pelos responsáveis pela integração, e então anexados aos dados.

Os metadados normalmente apresentam informações sobre o tipo, formato e precisão das informações contidas no conjunto de dados, data de criação, datas de atualizações, fontes usadas para gerar os dados, forma de coleta dos dados, precisão dos dados, políticas de segurança e privacidade dos dados, agências responsáveis, entre outras. Tudo isso para que o usuário possa usar os dados da melhor forma possível, tendo certeza se eles atendem à sua necessidade e como utilizá-los.

Os metadados gerados seguem um modelo baseado na especificação de metadados da MGB e no formato XML.

A partir desses metadados são gerados os catálogos para os dados integrados que serão usados pelos usuários para localizarem os dados e terem a certeza de que estes atendem às suas necessidades.

4.6 Disponibilização dos Dados aos Usuários

Para um dado ser realmente útil, ele deve estar disponível de alguma forma para que os usuários possam acessá-los e utilizá-los de acordo com as suas necessidades. Os dados devem ser disponibilizados em algum servidor no formato de arquivo ou serviço para os seus acessos.

Mas antes de se disponibilizar os dados aos usuários, deve-se pensar em uma série de implicações legais que envolvem essa disponibilização. Os dados gerados podem ser tomados como de domínio privado, quando se destinam a uma aplicação específica, e apenas os usuários autorizados podem ter acesso à esses dados, ou de domínio público, quando não há restrições de quem pode acessar os dados. Por isso esses dados têm uma série de restrições quanto ao seu acesso e destino de uso que devem ser respeitadas.

A primeira delas diz respeito aos direitos autorais sobre os dados. Por terem sido gerados à partir de dados já existentes, os direitos autorais sobre os dados continuam sendo os mesmos que se aplicavam aos dados disponibilizados nas fontes. Ou seja, como os dados gerados são combinações de um ou mais conjunto de dados que já estava disponibilizado anteriormente, o direito sobre a criação desses dados continua sendo o mesmo que se aplicavam quando os dados estavam disponibilizados nas fontes originais.

A segunda regra implica sobre a segurança dos dados que serão disponibilizados. Quando os dados são de domínio privado, eles devem estar protegidos contra o acesso indevido de outros usuários que não possuem a permissão de acesso. Existem duas formas mais comuns de se fazer essa proteção: uso de login de acesso e restrição de IP (Internet Protocol, que representa o endereço do computador na internet ou em uma rede particular). Ambas têm seus pontos positivos e negativos.

O uso de login de acesso possibilita que os usuários cadastrados possam acessar os dados de qualquer computador, mas há a necessidade de se entrar com o login e a senha sempre que for acessar os dados. Caso use a restrição de IP, essa necessidade de se fornecer o login e a senha não existe, mas em compensação apenas os computadores registrados podem acessar os dados, impossibilitando que um usuário acesse os dados de um computador com IP não cadastrado.

Como já foi dito anteriormente, os dados podem ser disponibilizados tanto no formato de arquivo quanto no de serviço. Quando o dado é disponibilizado em formato de arquivo, o usuário deve fazer o download dos arquivos necessários e então usá-lo da forma que deseja. Na forma de serviço, os dados podem ser disponibilizados em um *Web service* ou então em um banco de dados geográfico. No caso de ser disponibilizado em um banco de dados geográfico, os dados devem ser

transformados em um script que o gerenciador de banco de dados consiga ler e então carregados para o banco.

A grande vantagem de ser usar o serviço é que o usuário não precisa fazer o *download* dos dados que tem interesse, que pode ser uma operação cara e ainda ocupar muito espaço, e sim fazer uma referência ao servidor dos dados e acessá-los.

4.7 Criação do Catálogo de Dados

Não basta apenas disponibilizar os dados para o acesso dos usuários. É necessário também que o usuário possa encontrar esses dados e saber como acessá-lo. Para isso, nesta última etapa da integração dos dados espaciais, é gerado o catálogo de dados. Este catálogo consiste no registro de todos os dados que estão disponíveis, com informações de conteúdo, tipo de acesso, privacidade e segurança dos dados, entre outras informações, que são conseguidas a partir dos metadados gerados. Ou seja, o catálogo conterá todas as informações dos metadados e mostrará a forma de acesso aos dados.

5 Estudo de Caso: Integrando Dados Espaciais para Gestão de Outorgas na Bacia do Rio Paracatu

Para testar a metodologia, esta foi implementada para o caso real de integração de dados espaciais no contexto hidrológico para a gestão de outorgas na bacia hidrográfica do rio Paracatu. A bacia do Paracatu é uma sub-bacia da bacia do rio São Francisco e está localizada na sua maior parte no estado de Minas Gerais e em menor parte no estado de Goiás e no Distrito Federal.

A região onde a bacia do Paracatu se localiza tem um regime de chuvas bem irregular, com grandes períodos de seca. Por este motivo, a agricultura irrigada é uma prática bem comum na região, e com isso há uma demanda muito grande de concessão de outorgas para tal fim.

Nas subseções a seguir, são detalhados os passos que foram executados para se integrar os dados espaciais disponíveis nos mais diversos órgãos públicos e os desafios e impedimentos encontrados.

Os principais dados necessários para se gerir as concessões de outorgas são: usos da água (outorgados ou não), bacias, trechos de rio, estações fluviométricas, pluviométricas e de qualidade da água e bacias.

5.1 Outorgas

As informações de outorgas são as mais importantes da gestão, e são também as mais problemáticas. Estas estão disponíveis em um arquivo Excel (.xls), e além de apresentarem dados obsoletos (de janeiro de 2008), esses dados foram inseridos por diferentes pessoas que usaram sistemas de coordenadas diferentes. Por exemplo, têm-se outorgas com coordenadas que usam o padrão de graus, minutos e segundos, outras que usam o sistema de coordenadas decimal e outras que nem possuem coordenadas. Outro obstáculo é a falta de informações importantes, como nome do responsável pela outorga, vazão captada, entre outros. A Figura 12 ilustra uma parte do conteúdo do arquivo de outorgas que a ANA disponibiliza.

NrProcesso	NomeReq	Município	UF	Finalidade Principal	Bacia1	Latitude	Longitude
02501.001983/03-37	DNOCS - Agropecuária Cannã Ltda	Poço Branco	RN	Aquicultura	Rio Ceára Mirim	05° 38' 30"	05° 38' 28"
02501.001315/05-71	Reinaldo Albertini	Nantes	SP	Aquicultura	Rio Paraná	22° 35' 57"	22° 35' 60"
02501.000150/05-11	Fernando Faccioia Kertzman	Parapanema	SP	Aquicultura	Rio Paraná	23° 19' 50"	23° 19' 53"
02501.000285/06-87	Jucazinho Aquicultura Ltda	Surubim	PE	Aquicultura	Rio Capibaribe	07° 57' 54"	35° 47' 09"
02501.002632/03-43	DNOCS - José Geraldo da Mota Barbosa	Riacho das Almas	PE	Aquicultura		07° 58' 59"	35° 48' 58"
02501.001498/04-44	Prefeitura Municipal de Pendências	Pendências	RN	Obra Hidráulica	Rio Piranhas-Açu	05° 10' 18"	38° 41' 49"
02501.003858/02-81	Açu	Alto do Rodrigues	RN	Desassoreamento	Rio Piranhas-Açu	05° 23' 47"	38° 48' 39"
02501.000293/03-61	Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRÁS	Açu	RN	Irrigação	Rio Piranhas-Açu	05° 22' 37"	38° 50' 03"
02501.000293/03-61	Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRÁS	Açu	RN	Outras Fin.	Rio Piranhas-Açu	05° 22' 37"	38° 50' 03"
02501.000227/05-52	Prefeitura Municipal de Jucurutu	Jucurutu	RN	Travessia/Ponte	Rio Piranhas-Açu	06° 04' 82"	37° 03' 30"
02501.000751/03-61	Acquatool Cons. S/C Ltda	Coronel João Sá	BA	Outras Fin.	Rio Vaza Barris	10° 16' 37"	38° 03' 16"
02501.000416/06-14	Prefeitura Municipal de Poço Verde	Poço Verde	SE	Barramento	Rio Real	10° 42' 46"	38° 06' 04"
02501.002018/01-10	SEINFRA - Sec. de Infra-Estrutura de Alagoas	Delmiro Gouveia	AL	Irrigação	Rio São Francisco	09° 20' 19"	38° 11' 41"
02501.001864/06-27	Netuno Alimentos S.A.	Jatobá	PE	Aquicultura	Rio São Francisco	09° 15' 56"	38° 14' 59"
02501.000288/06-09	do Sítio Martelo	Jatobá	PE	Aquicultura	Rio São Francisco	09° 14' 40"	38° 15' 47"
02501.000289/06-45	Comunidade São Santa Rita	Jatobá	PE	Aquicultura	Rio São Francisco	09° 13' 07"	38° 16' 03"
02501.000919/06-81	Aquicultura da Fonte Ltda	Glória	BA	Aquicultura	Rio São Francisco	09° 16' 55"	38° 16' 17"
02501.001868/06-13	Netuno Alimentos S.A.	Petrolândia	PE	Aquicultura	Rio São Francisco	09° 02' 48"	38° 16' 21"
02501.000290/06-70	Santo Antônio	Jatobá	PE	Aquicultura	Rio São Francisco	09° 13' 40"	38° 16' 28"
02501.000147/05-05	Associação Jovens Criadores de Peixes	Paulo Afonso	BA	Aquicultura	Rio São Francisco	09° 13' 42"	38° 16' 29"
02000.001083/00-98	Agropecuários	Petrolândia	PE	Aquicultura	Rio São Francisco	09° 03' 40"	38° 17' 08"
02501.001869/06-50	Netuno Alimentos S.A.	Petrolândia	PE	Aquicultura	Rio São Francisco	09° 03' 51"	38° 17' 23"
02501.001728/06-37	Braspeixe Aquicultura Ltda	Glória	BA	Aquicultura	Rio São Francisco	09° 14' 03"	38° 17' 33"
02501.001729/06-81	Braspeixe Aquicultura Ltda	Glória	BA	Aquicultura	Rio São Francisco	09° 14' 04"	38° 17' 41"
02501.000087/07-84	Braspeixe Aquicultura Ltda	Glória	BA	Aquicultura	Rio São Francisco	09° 14' 20"	38° 17' 51"
02501.000794/06-90	SEAP	Alto Santo	CE	Aquicultura	Rio Jaguaribe	05° 31' 18"	38° 26' 32"
02501.000795/06-34	SEAP	Alto Santo	CE	Aquicultura	Rio Jaguaribe	05° 31' 18"	38° 26' 32"
02501.000796/06-89	SEAP	Alto Santo	CE	Aquicultura	Rio Jaguaribe	05° 31' 18"	38° 26' 32"
02501.001981/03-48	Castanhão	Jaguaribara	CE	Aquicultura	Rio Jaguaribe	05° 28' 52"	38° 27' 20"
02501.000286/06-10	Serra Talhada Aquicultura Ltda	Serra Talhada	PE	Aquicultura	Rio São Francisco	08° 11' 59"	38° 31' 12"
02501.001614/05-14	Itacuruba Aquicultura Ltda	Itacuruba	PE	Aquicultura	Rio São Francisco	08° 47' 18"	38° 39' 52"

Figura 12 - Arquivo de outorgas disponibilizado pela ANA.

A localização da outorga é fornecida pelo próprio interessado na captura da água, e muitas vezes são utilizados equipamentos pouco precisos que vêm a fornecer coordenadas erradas. Por causa disso, a localização fornecida pode não corresponder à real localização da outorga, e quando esse erro é muito grande, a outorga pode até erroneamente cair na região de outro rio, que não o que ela realmente pertence. Caso isso ocorra, será extremamente prejudicial à gestão das outorgas, pois haverá uma leitura equivocada do consumo de água em um determinado trecho, provocando a sub-utilização dos recursos ou a captação excessiva de água em um trecho.

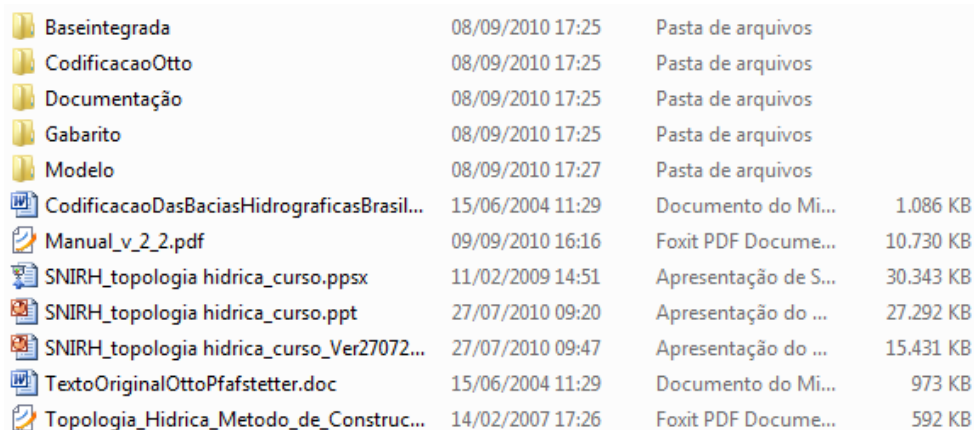
Outra prática comum no momento de fornecer a localização de uma outorga é usar as coordenadas de outra outorga, seja do próprio interessado ou de propriedade de outra pessoa. Isso também é um grande complicador, pois a localização usada pode ser de uma outorga que não pertence ao mesmo rio da outorga a ser registrada, e caso a primeira esteja com coordenadas erradas, haverá uma propagação do seu erro, e com isso aumentar a probabilidade de se ter uma leitura errônea da quantidade de água captada no rio.

Este problema mencionado anteriormente, juntamente com outros diversos fatores, torna mais desafiadora a integração dos dados espaciais. A automação desta etapa é bastante complicada, pois há diversos casos a serem considerados, impossibilitando-se assim a criação de um algoritmo eficaz de avaliação dos dados.

5.2 Bacias Hidrográficas

A bacia do Rio Paracatu é uma bacia de nível 3. Isso quer dizer que ela faz parte de uma bacia de nível 2, que seria a bacia do Rio São Francisco, e esta faz parte da bacia de nível 1 chamada Brasil Leste. A bacia do Rio Paracatu é formada por diversas bacias de nível 4 e estas por sua vez são formadas por bacias menores de nível 5, e assim por diante até o nível 7, que é a menor porção de uma bacia, formada pela área de contribuição de um único trecho de rio.

A obtenção destes dados passou por uma série de dificuldades. A primeira é que para se ter acesso aos dados é necessário fazer antes um cadastro. A segunda dificuldade, que é a mais relevante, está no fato de os dados de bacia estarem disponibilizados em um arquivo compactado com 650MB de tamanho. Além dos dados de bacia, este arquivo contém uma série de outros dados que não são interessantes para a aplicação de gestão de bacias hidrográficas. A Figura 13 mostra o conteúdo da raiz do arquivo que contém os dados de bacias hidrográficas e estações fluviométricas, pluviométricas e de qualidade da água disponibilizado pela ANA.



Baseintegrada	08/09/2010 17:25	Pasta de arquivos	
CodificacaoOtto	08/09/2010 17:25	Pasta de arquivos	
Documentação	08/09/2010 17:25	Pasta de arquivos	
Gabarito	08/09/2010 17:25	Pasta de arquivos	
Modelo	08/09/2010 17:27	Pasta de arquivos	
CodificacaoDasBaciasHidrograficasBrasil...	15/06/2004 11:29	Documento do Mi...	1.086 KB
Manual_v_2_2.pdf	09/09/2010 16:16	Foxit PDF Docume...	10.730 KB
SNIRH_topologia hidrica_curso.ppsx	11/02/2009 14:51	Apresentação de S...	30.343 KB
SNIRH_topologia hidrica_curso.ppt	27/07/2010 09:20	Apresentação do ...	27.292 KB
SNIRH_topologia hidrica_curso_Ver27072...	27/07/2010 09:47	Apresentação do ...	15.431 KB
TextoOriginalOttoPfafstetter.doc	15/06/2004 11:29	Documento do Mi...	973 KB
Topologia_Hidrica_Metodo_de_Construc...	14/02/2007 17:26	Foxit PDF Docume...	592 KB

Figura 13 - Conteúdo do arquivo que contém os dados de bacias hidrográficas

Na Figura 14 é possível ver a localização da bacia do rio Paracatu no território do Brasil.

Para a finalidade da gestão de outorgas na bacia do Rio Paracatu foi feito um filtro nos registros de bacias de nível 3, que continha todas as bacias de nível 3 da América do Sul, para que se tivesse apenas a bacia do Rio Paracatu.



Figura 14 - Bacias hidrográficas de nível 3 (ANA, 2011)

Feito isso, foi aplicado outro filtro nos registros de bacias de níveis 4, 5, 6 e 7, que também continham os dados de toda a América do Sul, para que se tivesse apenas as sub-bacias da bacia do Rio Paracatu. Este filtro é aplicado na codificação da bacia, pois o código da bacia do Rio Paracatu é '748', e isso implica que todas as bacias que tiverem esta sequência de caracteres como prefixo do seu código são sub-bacias dela. A codificação da bacia do Rio São Francisco é '74', e isso implica que todas as bacias que têm esta sequência de caracteres como prefixo também serão sub-bacias dela. Ou seja, a bacia do Rio Paracatu, que tem o código '748' é sub-bacia da bacia do Rio São Francisco. A quantidade de dígitos no código normalmente determina o nível da bacia, exceto quando a bacia possui apenas uma sub-bacia, pois neste caso a sub-bacia recebe a mesma codificação da bacia. Isto é, uma bacia que tenha 4 caracteres no seu código será uma bacia de nível 4 ou superior (nível 5, 6 ou 7).

NUNIVOTTO3 ▾	VERSAO
511	2006/11/06
512	2006/11/06
513	2006/11/06
514	2006/11/06
515	2006/11/06
516	2006/11/06
517	2006/11/06
518	2006/11/06
519	2006/11/06
521	2006/11/06
522	2006/11/06
523	2006/11/06
524	2006/11/06
525	2006/11/06
526	2006/11/06
527	2006/11/06
528	2006/11/06
529	2006/11/06
531	2006/11/06
532	2006/11/06
533	2006/11/06
534	2006/11/06
535	2006/11/06
536	2006/11/06
537	2006/11/06
538	2006/11/06

Figura 15 - Codificação das Bacias de Nível 3 (ANA, 2011)

A Figura 15 mostra a codificação das bacias de nível 3 do Brasil. Como é possível observar, todas as codificações possuem 3 dígitos. Já na Figura 16 são mostradas as codificações das bacias de nível 6. Neste caso, existem bacias com codificações de 3, 5 e 6 dígitos. Para as bacias de 3 dígitos, significa que a bacia de nível 3 ao qual a bacia de nível 6 não foi dividida em sub-bacias e por isso a bacia de nível 6 é a mesma que a de nível 3. O mesmo vale para as bacias de 5 dígitos.

NUNIVOTTO6 ▾	VERSAO
391	2008/11/11
39211	2008/11/11
392121	2008/11/11
392122	2008/11/11
392123	2008/11/11
392124	2008/11/11
392125	2008/11/11
39213	2008/11/11
39221	2008/11/11
39222	2008/11/11
39223	2008/11/11
39224	2008/11/11
39225	2008/11/11
39226	2008/11/11
392271	2008/11/11
392272	2008/11/11
392273	2008/11/11
392281	2008/11/11
392282	2008/11/11
392283	2008/11/11
392291	2008/11/11
392292	2008/11/11
392293	2008/11/11
39231	2008/11/11
39232	2008/11/11
39233	2008/11/11

Figura 16 - Codificação das bacias de nível 6 (ANA, 2011)

5.3 Trechos de Rio

Ao contrário das outorgas, os trechos de rio apresentam dados mais completos e precisos. A maior dificuldade está no fato de o arquivo disponibilizado ser referente à toda rede hidrográfica da América do Sul, com 178562 registros (Figura 17) e a bacia do rio Paracatu contém apenas 889 trechos deste total (Figura 18).

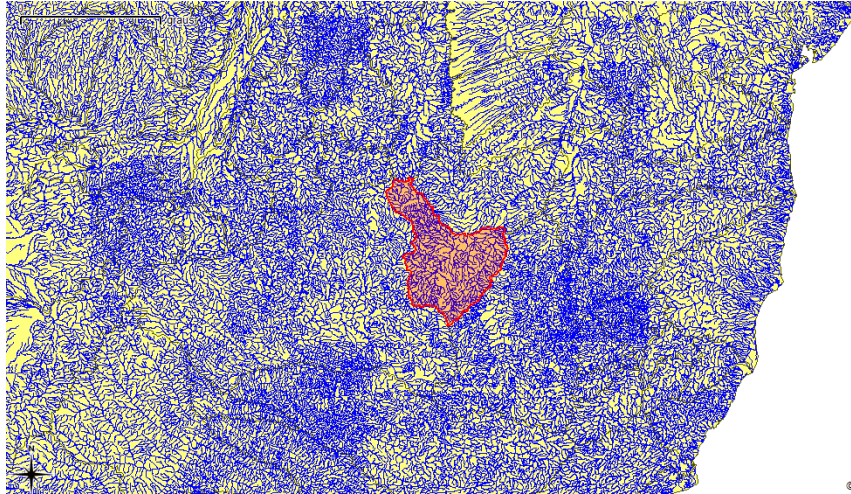


Figura 17 - Trechos de rio antes da filtragem



Figura 18 - Trechos de rio após a filtragem

Para a aplicação da gestão da bacia do rio Paracatu, usar todos os registros da América do Sul implicaria em uma perda expressiva de desempenho e um uso desnecessário de espaço de armazenamento. Para se ter apenas os dados necessários foi aplicado um filtro nos registros da rede hidrográfica da América do Sul que usa a intercessão entre os registros do arquivo de trechos de rio da América do Sul e um registro da região física da bacia do Rio Paracatu, disponibilizado em outro arquivo.

5.4 Estações Fluviométricas, Pluviométricas e de Qualidade da Água

As estações de um modo geral são um caso mais fácil de resolver, pois estas não ultrapassam algumas dezenas de registros, e podem facilmente serem tratadas uma a uma manualmente, sem necessidade de implementação de algum algoritmo para tratar cada caso. A principal dificuldade está no fato de o município atribuído à estação não corresponder à sua real localização. Nesses casos devem ser realizadas consultas em outras fontes para saber se o problema está nas coordenadas atribuídas à estação ou se o município foi erroneamente atribuído a ela.

Outros dados que também têm relação com as estações são os dados de leituras. Nesse caso são utilizadas séries de dados históricas para se ter uma real ideia do comportamento dos recursos e se ter a possibilidade de fazerem previsões mais precisas. As séries históricas datam de vários anos, chegando a 30 anos ou mais. Estes dados por não possuírem campo geográfico, não foram integrados, mas podem ser conseguidos diretamente na fonte de dados. As informações de acesso aos dados de leitura estão contidas nos metadados, que estão especificados na próxima seção.

5.5 Criação dos Metadados

Tão importantes quanto o conteúdo dos dados espaciais são os metadados sobre esses dados. Os metadados são responsáveis por prover informações ao usuário interessado nos dados espaciais, ajudando esse usuário na tomada da decisão se os dados atendem à sua necessidade ou não. Além disso, os metadados fornecem informação sobre todo o processo de integração ao qual os dados foram submetidos até chegar ao ponto em que foram disponibilizados. Essa informação é importante para o usuário saber sobre a procedência dos dados e com isso se assegurar que os dados que está trabalhando são dados confiáveis.

A criação dos metadados começa na criação do arquivo de texto onde serão armazenadas as informações. Este arquivo é baseado no padrão do Perfil MGB.

As informações contidas nos metadados são obtidas através de uma pesquisa nos metadados originais, nas fontes onde esses dados foram encontrados e através de informações geradas nos processos de integração dos dados.

No caso dos arquivos necessários para a gestão de bacias hidrográficas, muitas informações obrigatórias dos metadados não estavam disponíveis nos arquivos originais e por isso foi necessária uma pesquisa nas fontes originais e em fontes de dados semelhantes para obter essas informações. No Anexo 1 são mostrados os metadados gerados para as estações fluviométricas.

5.6 Disponibilização dos Dados aos Usuários

Feitas as modificações nos dados para serem integrados e a criação dos metadados sobre eles, falta agora a etapa de disponibilização dos dados aos seus usuários. Neste caso, os dados originais são todos de domínio público, e por isso não há nenhuma restrição quanto ao acesso aos dados.

Para que estes dados sejam acessados é necessário que eles estejam disponibilizados em algum servidor conectado à Internet ou à uma rede interna de onde todos os usuários destes dados possam ter acesso aos dados.

Os dados são disponibilizados tanto em um repositório de dados, como um servidor de arquivos para *download* ou na forma de serviço, através do *webservice* Geoserver. No servidor de arquivos os dados são disponibilizados no formato em que são encontrados nas fontes originais, que pode ser tanto como um arquivo de dados espaciais quanto em uma planilha de texto. Para serem disponibilizados na forma de um serviço no Geoserver, apenas os dados que estão no formato aceito pelo *web service* podem ser disponibilizados. Por isso, os dados que se encontravam em um formato de arquivo diferente teriam que ser convertidos para um formato aceito.

Neste caso específico, uma solução para se disponibilizar os dados como serviço, foi utilizar um banco de dados geográfico. O banco de dados escolhido foi o PostGIS, que é uma extensão do banco de dados PostgreSQL para dados espaciais. Esta solução apresentou três vantagens:

1. A primeira vantagem é que o PosGIS possui uma funcionalidade de transformar os *shapefiles* (arquivos com extensão *.shp*), que são o formato padrão de arquivo de dados espaciais, em *scripts* para serem inseridos no próprio banco de dados.

2. A segunda vantagem é que o Geoserver é capaz de conectar-se ao PostGIS, e por isso os dados que estivessem armazenados no banco de dados poderiam ser disponibilizados como serviço.
3. A terceira é que os serviços eram sempre atualizados à medida que os dados do banco de dados eram atualizados. Ou seja, sempre que houvesse uma atualização nos dados no banco, o serviço era automaticamente atualizado.

Para o caso dos arquivos que estavam em formato texto (o caso das outorgas) foi criada uma aplicação Java, com uma conexão com o banco de dados PostGIS, para leitura do conteúdo destes arquivos e gravação no banco de dados.

A disponibilização dos dados aos usuários por si só não é suficiente para que se consiga uma integração efetiva dos dados. Isso porque os usuários interessados nos dados devem ter alguma forma de encontrar esses dados e saber se esses dados atendem às suas necessidades antes de serem acessados. Para atender a essa necessidade foi criado um catálogo dos dados, com instruções de acesso à esses dados e informações (metadados) sobre eles para a tomada de decisão a respeito da satisfação das necessidades do usuário. Esse assunto é tratado com detalhes na seção seguinte.

5.7 Criação do Catálogo de Dados

A criação do catálogo de dados é uma tarefa relativamente simples, e nem por isso deixa de ser importante. O catálogo é uma ferramenta muito importante na integração dos dados, pois através dele o usuário pode encontrar os dados, verificar o conteúdo destes dados e conseguir instruções de como acessá-los.

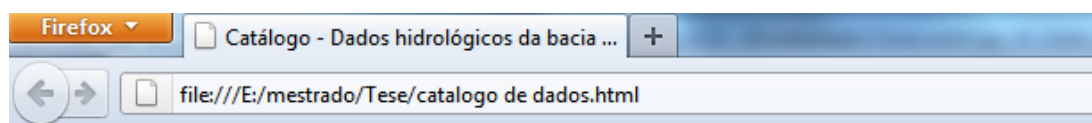
O catálogo consiste basicamente em um *web site* que apresenta as seguintes partes:

Descrição dos dados – um pequeno texto, mas informativo, contendo uma breve descrição dos dados. Exemplo: Usos da Água da Bacia do Paracatu à partir de Janeiro de 2009. Essa informação ajuda muito na localização dos dados e é um primeiro passo para a tomada de decisão sobre a relevância dos dados para o usuário.

Acesso aos metadados – um *link* que leva à um arquivo contendo os metadados dos dados espaciais. Esses metadados é que irão dar ao usuário a certeza de que esses dados atenderão à sua necessidade ou não. Eles possuem informações importantes a respeito dos dados, como os campos representados, data de criação e modificação, domínio dos dados, formato do(s) campo(s) espacial(is) (coordenada geográfica, UTM etc.), instruções de acesso aos dados, entre outras.

Acesso aos dados – consiste em links para que o usuário possa acessar tanto os dados na sua forma de arquivo quanto como serviço.

Essa é a última etapa da integração dos dados espaciais utilizando-se os conceitos de uma Infraestrutura de Dados Espaciais. A metodologia pode ser também usada em uma infinidade de outros casos, e não apenas para gestão de outorgas. Isso porque existem vários outros casos de aplicação que usam dados espaciais, mas que não conseguem ter um desempenho satisfatório porque os dados necessários não podem ser integrados por vários motivos já citados. A Figura 19 apresenta o resultado da criação do catálogo de dados.



DADOS HIDROLÓGICOS DA BACIA DO RIO PARACATU

Rios	Acessar	Metadados
Trechos de rio	Acessar	Metadados
Estações Fluviométricas	Acessar	Metadados
Estações Phuviométricas	Acessar	Metadados
Estações de Qualidade da Água	Acessar	Metadados
Ottobacia Nível 3	Acessar	Metadados
Ottobacia Nível 4	Acessar	Metadados
Ottobacia Nível 5	Acessar	Metadados
Ottobacia Nível 6	Acessar	Metadados
Ottobacia Nível 7	Acessar	Metadados
Outorgas	Acessar	Metadados

Figura 19- Catálogo dos Dados Espaciais Resultantes da Integração

6 Conclusões

Como foi apresentado, o uso de Infraestruturas de Dados Espaciais como base para a integração de dados espacial heretogêneos é uma alternativa possível. Primeiramente porque trata-se de um conceito bem claro, com grande difusão internacional e que provê uma série de conceitos que são fundamentais para auxiliar a produção, disponibilidade, segurança, privacidade e busca dos dados espaciais. No caso da gestão de outorgas na bacia do rio Paracatu, usar os dados obtidos diretamente das fontes, sem nenhum tratamento, tornaria a aplicação muito complicada ou até mesmo impediria o seu funcionamento. Todas as etapas da integração podem ser parcial ou completamente automatizadas, dependendo da complexidade envolvida, mas como o foco deste trabalho é a especificação da metodologia de integração de dados, nenhuma implementação da automatização das etapas foi desenvolvida.

Por ser uma metodologia bem genérica, esta pode ser aplicada em diversos outros contexto (não só hidrológico), como gestão territorial (municipal, estadual ou federal), sistemas de gestão epidemiológica ou de catástrofes etc., bastando-se apenas que haja dados espaciais heterogêneos envolvidos e a necessidade se integrar esses dados.

6.1 Trabalhos Futuros

Diversos outros conceitos podem ser utilizados para melhorar o uso da metodologia apresentada. Usar Data Warehouse para armazenar histórico dos dados que são utilizados pode ser útil para acompanhar a evolução dos dados ao longo dos anos. O uso de ontologias pode ser feito para facilitar a localização os dados nas fontes, aumentando assim as chances de se ter dados mais completos e confiáveis para a integração. Também há a possibilidade de se criar um servidor de transformação dos dados para o padrão GML para preparar os dados para o transporte, entre outros.

7 Referências Bibliográficas

- ALVES, L. L. **Avaliação de serviços web do Open Geospatial Consortium para Infraestruturas de Dados Espaciais**. Belo Horizonte: PUCMG, 2007. Dissertação de Mestrado.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, **Gerência de Outorgas**. 2011. Disponível em <http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/outorga/default2.asp>. Acessado em 17/05/2011.
- AZEVEDO, V. H. M.; MEIRELLES M. S. P.; FERRAZ, R. P. D. F.; RAMALHO FILHO, A. Interoperabilidade entre Objetos Geográficos Heterogêneos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOINFORMÁTICA, 7., 2006, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão, 2006.
- BARRELLA, W.; PETRERE, J. R. M.; SNITH, W. S.; MONTAG, L. F. A. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho; H. F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed., São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.
- COLEMAN, D. J.; MCLAUGHLIN, J. D. Defining Global Geospatial Data Infrastructure (GGDI): Components, Stakeholders and Interfaces. **Geomatica**, Ontario, v.52, n. 2, p.129-143, 1998.
- COLEMAN, D. J.; MCLAUGHLIN, J. D.; NICHOLS, S. E. Building a Spatial Data Infrastructure. In: PERMANANENT CONGRESS MEETING OF THE FEDERATION INTERNATIONALE DES GEOMETRES (FIG), 64., 1997, Singapura. **Proceedings...** Singapura: FIG, 1997, p.89-104.
- CONCAR. **Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB)**, Comissão Nacional de Cartografia, Comitê de Estruturação de Metadados Geoespaciais CEMGCONCAR, Conteúdo de Metadados Geoespaciais em conformidade com a norma ISO 19115:2003, Novembro, 2009.
- CRAGLIA, M.; CAMPAGNA, M. Advanced regional SDI in Europe: comparative cost-benefit evaluation and impact assessment perspectives. **International Journal of Spatial Data Infrastructures**, v.5, p.145-167, 2010.

- DAVIS, C. A. Jr.; LACERDA, L. Local Spatial Data Infrastructures based on a service-oriented architecture. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON GEOINFORMATICS - GEOINFO, 1., 2005, Campos do Jordão. **Anais...** [S.l. : s.n.], 2005. p.30-45.
- DAVIS, C. A. Jr.; ALVES, L. L. Infraestrutura de Dados Espaciais: potencial para uso local. **Revista IP - Informática Pública**. Belo Horizonte, v.8, n.1, p.65-80, 2006.
- FGDC. **Content Standard for Digital Geospatial Metadata Workbook**, v.2.0. Federal Geographic Data Committee, Metadata Ad Hoc Working Group., 2000.
- FGDC – FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE. **Geospatial Metadata Standards**. Washington, D.C.: FGDC. 2011a. Disponível em <http://www.fgdc.gov/metadata/geospatial-metadata-standards>, acessado em 17/12/2011.
- FGDC – FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE. **Clearinghouse Concepts Q&A**. Washington, D.C.: FGDC, 2011b. Disponível em http://www.fgdc.gov/dataandservices/clearinghouse_qanda, acessado em 28/09/2011.
- GIFF, G. G.; COLEMAN, D. J. Financing SDI development: examining alternative funding models. In: Williamson, I. et al. **Developing Spatial Data Infrastructures: from concept to reality**, London, p.211-233, 2003.
- GROOT, R. Spatial Data Infrastructure (SDI) for sustainable land management. **ITC - Instrumental Transcommunication Journal**, Enschede, p.287-294, 1997.
- HAMZAH, A. H.; MOHAMED, A. R.; MAHMUD A. R.; YUSOF, N. M. Z. N. Spatial Data Infrastructure for Malaysia land administration. **International Journal of Spatial Data Infrastructures**, v.5, 2010.
- HESS, G. N.; IOCHPE, C. Utilizando a GML na identificação de candidatos a padrão de análise para BDG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOINFORMÁTICA - GEOINFO, 5., 2003, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão, 2003.

- IGAM, INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Outorga de direito de uso dos recursos hídricos**. 2011. Disponível em <http://www.igam.mg.gov.br/outorga>, acessado em 17/05/2011.
- INSPIRE, **Architecture and Standards Working Group**, INSPIRE Architecture and Standards Position Paper, Brussels, Commission of the European Communities, 2002.
- KÖNIG, R.; SUZIN, C. R. H.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U. Qualidade das águas de riachos da região norte do Rio Grande do Sul (Brasil) através de variáveis físicas, químicas e biológicas. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**. v. 3, p. 84-93, 2008.
- LIMA, D. R. O. **Diagnóstico de chuvas e previsão meteorológica para a bacia hidrográfica do rio manso**, Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2005. Dissertação de Mestrado.
- LIMA, P.; CÂMARA, G. Intercâmbio de dados geográficos: modelos, formatos e conversores. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOINFORMÁTICA – GEOINFO, 3., 2001, Rio de Janeiro. **Anais...** [S.l.:s.n]. 2001.
- MAN, E. Spatial Data Infrastructuring: Praxis between dilemmas. **International Journal of Spatial Data Infrastructures**, v.6, p.261-289, 2010.
- MATOS, P. M. M. P. **As Tecnologias de Informação Geográfica no Apoio à Avaliação em Planeamento Territorial**. Porto: Universidade do Porto, 2006. Dissertação de Mestrado.
- MOHAMMADI, H.; RAJABIFARD, A. Development of an interoperable tool to facilitate spatial data integration in the context of SDI. **International Journal of Geographical Information Science**, v.20, n.7, p.727-741, 2010.
- MOHAMMADI, H. **The Integration of multi-source spatial datasets in the context of SDI initiatives**. 2009. 237 f. PhD thesis. Department of Geomatics. The University of Melbourne, 2009.
- MOHAMMADI, H.; RAJABIFARD, A.; WILLIAMSON, I. P. Spatial Data Integrability and Interoperability in the context of SDI. In L. Bernard, A. Friis-Christensen and H. Pundt (Eds.), **The European Information Society-Taking Geoinformation Science One Step Further**. Springer, p. 401-414, 2008.

- MOHAMMADI, H, **Spatial Data Integration: a Necessity for Spatially Enabling Government, Towards Spatially Enabled Society**, The University of Melbourne, p.333-343, 2007.
- MOHAMMADI, H.; RAJABIFARD, A. BINNS, A. WILLIAMSON, I. P. **The Development of a Framework and Associated Tools for the Integration of Multi-Sourced Spatial Datasets**. 17., 2006, Bangkok. **Proceedings...** Bangkok: UNRCC-AP, 2006.
- MUNDO EDUCAÇÃO, **Bacias hidrográficas do Brasil**. 2012. Disponível em <http://www.mundoeducacao.com.br/geografia/bacias-hidrograficas-brasil.htm>, acessado em 06/02/2012.
- NOGUERAS-ISO, J.; ZARAZAGA-SORIA, F. J.; BEJAR, R.; ALVAREZ, P. J.; MURO-MEDRANO, P. R. OGC Catalog services: a key element for the development of Spatial Data Infrastructures, **Computer & Geoscience.**, 31, p.199-209, 2005.
- OGC, OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, **OGC Standards and Supporting Documents**. 2011. Disponível em <http://www.opengeospatial.org/standards>, acessado em 20/05/2011.
- OGC, **Web Feature Service Implementation Specification (WFS)**, OGC Implementation Specification OGC 04-94, Open Geospatial Consortium, 2005.
- ONSRUD, H.; POORE, B.; RUGG, R.; TAUPIER, R.; WIGGINS, L. The future of the Spatial Information Infrastructure. In: **A Research Agenda for Geographic Information Science** (McMaster, R. B., and Usery, E. L., eds.). Boca Raton: CRC Press, 2004.
- PAIXÃO, S. K. S; NICHOLS, S.; COLEMAN, D. Towards a Spatial Data Infrastructure: Brazilian Initiatives, **Revista Brasileira de Cartografia**, v.2, n.60, agosto, 2008.
- RAJABIFARD, A.; WILLIAMSON, I. P. Spatial Data Infrastructures: Concept, SDI Hierarchy and Future Directions. **GEOMATICS CONFERENCE**, 80., 2001, Tehran. **Proceedings...** Tehran, 2001, p.10.

- RAJABIFARD, A. Data integration and interoperability of systems and data, under review. **International Journal of Geographical Information Science**, v.24, n.9, 2010.
- SHEKHAR, S.; VATSAVAI, R. R.; SAHAY, N.; BURK, T. E.; LIME, S. WMS and GML based interoperable web mapping system. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADVANCES IN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS, 9., 2006, Atlanta. **Proceedings...** Atlanta: ACM, 2006, p.106-111.
- SILVA, A. M.; OLIVEIRA, P. M.; MELLO, C. R.; PIERANGELI, C. Vazões mínimas e de referência para outorga na região do Alto Rio Grande. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.2, p.374-380, 2006.
- SILVEIRA, G. L.; ROBAINA, A. D.; GIOTTO, E.; DEWES, R. Outorga para uso dos recursos hídricos: aspectos práticos e conceituais para o estabelecimento de um sistema informatizado. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.3, n.3, p.5-16, 1998.
- SOUZA, L. A.; DAVIS, C. A. Jr.; BORGES, K. A. V.; DELBONI, T. M.; LAENDER, A. H. F. The Role of Gazetteers in Geographic Knowledge Discovery on the Web. In: AMERICAN WEB CONGRESS, .3, 2005. 3., Buenos Aires, **Proceedings...** Buenos Aires: AHF, 2005, p.157-165.
- TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agrícola**, 01-03/2002, v.59, p.181-186, 2002.
- VACCARI, L.; SHVAIKO, P.; MARCHESE, M. A geo-service semantic integration in Spatial Data Infrastructures. **Journal of Spatial Data Infrastructures Research**, v.4, p.24-51, 2009.
- WARNEST, M. **A Collaboration Model for National Spatial Data Infrastructure in Federated Countries**. 2005. Ph.D. dissertation, Department of Geomatics, University of Melbourne, Australia, 2005.
- WILLIAMSON, I.; RAJABIFARD, A.; FEENEY M. E. Future Directions for SDI development. In: Williamson, I. et al., **Developing Spatial Data Infrastructures: from concept to reality**, London, p.302-311, 2003.

ANEXO 1

Neste anexo são apresentados os metadados das Estações Fluviométricas da bacia do Rio Paracatu. As informações contidas nos metadados foram obtidas através dos metadados originais, gerados automaticamente pelo ArcGIS, e complementados através de pesquisas realizadas em outros conjuntos de dados. Seguem abaixo os metadados das Estações Fluviométricas:

```
<?xml version="1.0"?>
<metadata xml:lang="pt">
  <idinfo>
    <descript>
      <langdata>pt</langdata>
      <title>Estações Fluviométricas da Bacia do Rio Paracatu</title>
      <abstract>Dados referentes às Estações Fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica do Rio Paracatu, afluente do Rio São Francisco</abstract>
      <purpose>Estes dados foram desenvolvidos para auxiliar a gestão das estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica do Rio Paracatu</purpose>
      <managingEditor>
        <name>André Marques Lopes</name>
        <email>andre.lopes@ufv.br</email>
        <city>Viçosa - Minas Gerais - Brasil</city>
        <url>não informado*</url>
        <phone>(19)8363-05555</phone>
      </managingEditor>
      <company>UFV - Universidade Federal de Viçosa</company>
      <creaDate>20111015</creaDate>
      <creaTime>09180000</creaTime>
    </descript>
    <origdata>
      <managingEditor>
        <name>não informado*</name>
        <email>não informado*</email>
        <url>não informado*</url>
      </managingEditor>
      <company>ANA - Agência Nacional de Águas</company>
```

```
<creaDate>20100906</creaDate>
<creaTime>17322700</creaTime>
<pubdate>não informado*</pubdate>
<title>Est_Fluviometricas_ANA_2010</title>
<ftname>Est_Fluviometricas_ANA_2010</ftname>
<geoform>vector digital data</geoform>

<onlink>http://www.ana.gov.br/Portals/SNIRH/LinkClick.aspx?fileticket=yqyWNOedh7M%3d&tabid=77</onlink>

  <format>zip</format>
  <size>527433728 bytes</size>
</origdata>
<timeperd>
  <current>20111015</current>
  <timeinfo>
    <sngdate>
      <caldate>20121231</caldate>
    </sngdate>
  </timeinfo>
</timeperd>
<status>
  <progress>finalizado</progress>
  <update>1 year</update>
</status>
<cdgid>
  <themecat>mapeamentoBasicoTopografico</themecat>
  <language>pt</language>
  <charcode>utf</charcode>
  <scale>25000</scale>
  <spacrep>vetorial</spacrep>
  <producenvir>não informado*</producenvir>
  <spdom>
    <bounding>
      <westbc>-47.4764</westbc>
      <eastbc>-45.3825</eastbc>
      <northbc>-15.585</northbc>
```

```

        <southbc>-18.1392</southbc>
    </bounding>
</spdom>
</cdgid>
<acconst>diretos do autor</acconst>
<useconst>não há</useconst>
<natvform>Shapefile</natvform>
</idinfo>
<metainfo>
    <langmeta>pt</langmeta>
    <metstdn>ISO 19115</metstdn>
    <metstdv>FGDC-STD-001-1998</metstdv>
    <mettc>local time</mettc>
    <metextns>
        <onlink>http://www.esri.com/metadata/esriprof80.html</onlink>
        <metprof>Perfil MGB - Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil</metprof>
    </metextns>
    <metc>
        <cntinfo>
            <name>André Marques Lopes</name>
            <email>andre.lopes@ufv.br</email>
            <city>Viçosa - Minas Gerais - Brasil</city>
            <url>não informado*</url>
            <phone>(19)8363-05555</phone>
        </cntinfo>
    </metc>
    <metd>20111015</metd>
</metainfo>
<mdLang>
    <languageCode value="pt"></languageCode>
</mdLang>
<mdStanName>ISO 19115 Geographic Information - Metadata</mdStanName>
<mdStanVer>1.0</mdStanVer>
<mdChar>
    <CharSetCd>utf-8</CharSetCd>
</mdChar>

```



```

<mdHrLvName>dataset</mdHrLvName>

<distinfo>

  <resdesc>Downloadable Data</resdesc>

  <stdorder>

    <digform>

      <digtinfo>

        <transize>0,000</transize>

        <dssize>0,000</dssize>

      </digtinfo>

    </digform>

  </stdorder>

</distinfo>

<distInfo>

  <distributor>

    <distorTran>

      <onLineSrc>

        <orDesc>002</orDesc>

        <linkage>file://www.????/dados/Est_Fluviometricas.shp</linkage>

        <wms>

          <address>http://www.????/geoserver/wms</address>

          <params>

            <format>image/png</format>

            <stylsetFormates></styleFormat>

            <bounding>

              <westbc>-47.4764</westbc>

              <eastbc>-45.3825</eastbc>

              <northbc>-15.585</northbc>

              <southbc>-18.1392</southbc>

            </bounding>

            <rotule>est_fluviometricas</rotule>

          </params>

          <protocol>Local Area Network</protocol>

        </onLineSrc>

        <transSize>6307,84</transSize>

      </distorTran>

    <distorFormat>

```

```

    <formatName>Shapefile</formatName>
  </distorFormat>
</distributor>
</distInfo>
<spdoinfo>
  <direct>Vector</direct>
  <ptvctinf>
    <esriterm Name="Est_Fluviometricas">
      <efeatyp>Simple</efeatyp>
      <efeageom>Point</efeageom>
      <esritopo>FALSE</esritopo>
      <efeacnt>0</efeacnt>
      <spindex>FALSE</spindex>
      <linrefer>FALSE</linrefer>
    </esriterm>
    <sdtsterm Name="Est_Fluviometricas">
      <sdtstype>Entity point</sdtstype>
      <ptvctcnt>0</ptvctcnt>
    </sdtsterm>
  </ptvctinf>
</spdoinfo>
<spref>
  <horizsys>
    <cordsysn>
      <geogcsn>GCS_South_American_1969</geogcsn>
    </cordsysn>
    <geograph>
      <geogunit>Decimal degrees</geogunit>
      <latres>0.000000</latres>
      <longres>0.000000</longres>
    </geograph>
    <geodetic>
      <horizdn>D_South_American_1969</horizdn>
      <ellips>GRS_1967_Truncated</ellips>
      <semiaxis>6378160.000000</semiaxis>
      <denflat>298.250000</denflat>
    </geodetic>
  </horizsys>
</spref>

```

```

    </geodetic>
  </horizsys>
</spref>
<refSysInfo>
  <RefSystem>
    <refSysID>
      <identCode>GCS_South_American_1969</identCode>
    </refSysID>
  </RefSystem>
</refSysInfo>
<spatRepInfo>
  <VectSpatRep>
    <topLvl>
      <TopoLevCd value="001"></TopoLevCd>
    </topLvl>
    <geometObjs Name="Est_Fluviometricas_ANA_2010">
      <geoObjTyp>
        <GeoObjTypCd value="004"></GeoObjTypCd>
      </geoObjTyp>
      <geoObjCnt>0</geoObjCnt>
    </geometObjs>
  </VectSpatRep>
</spatRepInfo>
<eainfo>
  <detailed Name="Est_Fluviometricas_ANA_2010">
    <enttyp>
      <enttyp1>Est_Fluviometricas_ANA_2010</enttyp1>
      <enttyp2>Feature Class</enttyp2>
      <enttyp3>0</enttyp3>
    </enttyp>
  <attr>
    <attrlabl>FID</attrlabl>
    <attalias>FID</attalias>
    <attrtype>OID</attrtype>
    <attwidth>4</attwidth>
    <attprecis>0</attprecis>
  </attr>

```

```

<attscale>0</attscale>
<attrdef>Internal feature number.</attrdef>
<attrdefs>ESRI</attrdefs>
<attrdomv>
  <udom>Sequential unique whole numbers that are automatically generated.</udom>
</attrdomv>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>Shape</attrlabl>
  <attalias>Shape</attalias>
  <attrtype>Geometry</attrtype>
  <attwidth>0</attwidth>
  <atprecis>0</atprecis>
  <attscale>0</attscale>
  <attrdef>Feature geometry.</attrdef>
  <attrdefs>ESRI</attrdefs>
  <attrdomv>
    <udom>Coordinates defining the features.</udom>
  </attrdomv>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>RegistroID</attrlabl>
  <attalias>RegistroID</attalias>
  <attrtype>Float</attrtype>
  <attwidth>19</attwidth>
  <atnumdec>11</atnumdec>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>Importado</attrlabl>
  <attalias>Importado</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>Temporario</attrlabl>
  <attalias>Temporario</attalias>

```

```
<attrtype>Number</attrtype>
<attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>Removido</attrlabl>
  <attalias>Removido</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>ImportadoR</attrlabl>
  <attalias>ImportadoR</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>BaciaCodig</attrlabl>
  <attalias>BaciaCodig</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>9</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>SubBaciaCo</attrlabl>
  <attalias>SubBaciaCo</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>9</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>RioCodigo</attrlabl>
  <attalias>RioCodigo</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>9</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>EstadoCodi</attrlabl>
  <attalias>EstadoCodi</attalias>
```

```
<attrtype>Number</attrtype>
<attwidth>9</attwidth>
</attr>
<attr>
<attrlabl>MunicipioC</attrlabl>
<attalias>MunicipioC</attalias>
<attrtype>Number</attrtype>
<attwidth>9</attwidth>
</attr>
<attr>
<attrlabl>Responsave</attrlabl>
<attalias>Responsave</attalias>
<attrtype>Number</attrtype>
<attwidth>9</attwidth>
</attr>
<attr>
<attrlabl>Responsa_1</attrlabl>
<attalias>Responsa_1</attalias>
<attrtype>Number</attrtype>
<attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
<attrlabl>Responsa_2</attrlabl>
<attalias>Responsa_2</attalias>
<attrtype>Number</attrtype>
<attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
<attrlabl>OperadoraC</attrlabl>
<attalias>OperadoraC</attalias>
<attrtype>Number</attrtype>
<attwidth>9</attwidth>
</attr>
<attr>
<attrlabl>OperadoraU</attrlabl>
<attalias>OperadoraU</attalias>
```

```
<attrtype>Number</attrtype>
<attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
<attrlabl>OperadoraS</attrlabl>
<attalias>OperadoraS</attalias>
<attrtype>Number</attrtype>
<attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
<attrlabl>TipoEstaca</attrlabl>
<attalias>TipoEstaca</attalias>
<attrtype>Number</attrtype>
<attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
<attrlabl>Codigo</attrlabl>
<attalias>Codigo</attalias>
<attrtype>Number</attrtype>
<attwidth>9</attwidth>
</attr>
<attr>
<attrlabl>Nome</attrlabl>
<attalias>Nome</attalias>
<attrtype>String</attrtype>
<attwidth>50</attwidth>
</attr>
<attr>
<attrlabl>CodigoAdic</attrlabl>
<attalias>CodigoAdic</attalias>
<attrtype>String</attrtype>
<attwidth>15</attwidth>
</attr>
<attr>
<attrlabl>Latitude</attrlabl>
<attalias>Latitude</attalias>
```

```

<attrtype>Float</attrtype>
<attwidth>19</attwidth>
<atnumdec>11</atnumdec>
</attr>
<attr>
<attrlabl>Longitude</attrlabl>
<attalias>Longitude</attalias>
<attrtype>Float</attrtype>
<attwidth>19</attwidth>
<atnumdec>11</atnumdec>
</attr>
<attr>
<attrlabl>Altitude</attrlabl>
<attalias>Altitude</attalias>
<attrtype>Float</attrtype>
<attwidth>19</attwidth>
<atnumdec>11</atnumdec>
</attr>
<attr>
<attrlabl>AreaDrenag</attrlabl>
<attalias>AreaDrenag</attalias>
<attrtype>Float</attrtype>
<attwidth>19</attwidth>
<atnumdec>11</atnumdec>
</attr>
<attr>
<attrlabl>TipoEsta_1</attrlabl>
<attalias>TipoEsta_1</attalias>
<attrtype>Number</attrtype>
<attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
<attrlabl>TipoEsta_2</attrlabl>
<attalias>TipoEsta_2</attalias>
<attrtype>Number</attrtype>
<attwidth>4</attwidth>

```



```
</attr>

<attr>
  <attrlabl>TipoEsta_3</attrlabl>
  <attalias>TipoEsta_3</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
</attr>

<attr>
  <attrlabl>TipoEsta_4</attrlabl>
  <attalias>TipoEsta_4</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
</attr>

<attr>
  <attrlabl>TipoEsta_5</attrlabl>
  <attalias>TipoEsta_5</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
</attr>

<attr>
  <attrlabl>TipoEsta_6</attrlabl>
  <attalias>TipoEsta_6</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
</attr>

<attr>
  <attrlabl>TipoEsta_7</attrlabl>
  <attalias>TipoEsta_7</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
</attr>

<attr>
  <attrlabl>TipoEsta_8</attrlabl>
  <attalias>TipoEsta_8</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
```

```
</attr>
<attr>
  <attrlabl>TipoEsta_9</attrlabl>
  <attalias>TipoEsta_9</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>TipoEst_10</attrlabl>
  <attalias>TipoEst_10</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>TipoEst_11</attrlabl>
  <attalias>TipoEst_11</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoEsc</attrlabl>
  <attalias>PeriodoEsc</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoE_1</attrlabl>
  <attalias>PeriodoE_1</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoReg</attrlabl>
  <attalias>PeriodoReg</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
```

```
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoR_1</attrlabl>
  <attalias>PeriodoR_1</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoDes</attrlabl>
  <attalias>PeriodoDes</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoD_1</attrlabl>
  <attalias>PeriodoD_1</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoSed</attrlabl>
  <attalias>PeriodoSed</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoS_1</attrlabl>
  <attalias>PeriodoS_1</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoQua</attrlabl>
  <attalias>PeriodoQua</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
```

```
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoQ_1</attrlabl>
  <attalias>PeriodoQ_1</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoPlu</attrlabl>
  <attalias>PeriodoPlu</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoP_1</attrlabl>
  <attalias>PeriodoP_1</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoR_2</attrlabl>
  <attalias>PeriodoR_2</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoR_3</attrlabl>
  <attalias>PeriodoR_3</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoTan</attrlabl>
  <attalias>PeriodoTan</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
```

```
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoT_1</attrlabl>
  <attalias>PeriodoT_1</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoCli</attrlabl>
  <attalias>PeriodoCli</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoC_1</attrlabl>
  <attalias>PeriodoC_1</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoPie</attrlabl>
  <attalias>PeriodoPie</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoP_2</attrlabl>
  <attalias>PeriodoP_2</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoTel</attrlabl>
  <attalias>PeriodoTel</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
```

```
</attr>
<attr>
  <attrlabl>PeriodoT_2</attrlabl>
  <attalias>PeriodoT_2</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>TipoRedeBa</attrlabl>
  <attalias>TipoRedeBa</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>TipoRedeEn</attrlabl>
  <attalias>TipoRedeEn</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>TipoRedeNa</attrlabl>
  <attalias>TipoRedeNa</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>TipoRedeCu</attrlabl>
  <attalias>TipoRedeCu</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>TipoRedeEs</attrlabl>
  <attalias>TipoRedeEs</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
```

```
</attr>
<attr>
  <attrlabl>TipoRedeCa</attrlabl>
  <attalias>TipoRedeCa</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>TipoRedeSe</attrlabl>
  <attalias>TipoRedeSe</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>TipoRedeQu</attrlabl>
  <attalias>TipoRedeQu</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>TipoRedeCl</attrlabl>
  <attalias>TipoRedeCl</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>UltimaAtua</attrlabl>
  <attalias>UltimaAtua</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>Operando</attrlabl>
  <attalias>Operando</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
```

```
</attr>
<attr>
  <attrlabl>Descricao</attrlabl>
  <attalias>Descricao</attalias>
  <attrtype>String</attrtype>
  <attwidth>254</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>Historico</attrlabl>
  <attalias>Historico</attalias>
  <attrtype>String</attrtype>
  <attwidth>254</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>NumImagens</attrlabl>
  <attalias>NumImagens</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>9</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>DataIns</attrlabl>
  <attalias>DataIns</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>DataAlt</attrlabl>
  <attalias>DataAlt</attalias>
  <attrtype>Date</attrtype>
  <attwidth>8</attwidth>
</attr>
<attr>
  <attrlabl>RespAlt</attrlabl>
  <attalias>RespAlt</attalias>
  <attrtype>Number</attrtype>
  <attwidth>4</attwidth>
```



```
</attr>  
</detailed>  
</eainfo>  
<mdDateSt>20100906</mdDateSt>  
</metadata>
```