

Revista Brasileira de Cartografia (2012) N<sup>o</sup> 64/5: 723-735  
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto  
ISSN: 1808-0936

## **INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS: EXEMPLO DO PARQUE ESTADUAL DE INTERVALES - SP**

*Spatial Data Infrastructure: example of Intervales State Park - SP*

**Eduardo Tomio Nakamura<sup>1</sup> & Alfredo Pereira de Queiroz Filho<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Mestre pelo Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo**

Av. Prof. Lineu Prestes, 338 - CEP 05508-000 São Paulo/SP – Brasil  
edunakamura@yahoo.com.br

**<sup>2</sup>Professor do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo**

Av. Prof. Lineu Prestes, 338 - CEP 05508-000 São Paulo/SP – Brasil  
aqueiroz@usp.br

*Recebido em 08 de maio, 2012/ Aceito em 09 de junho, 2012*  
*Received on may 08, 2012/ Accepted on june 09, 2012*

### **RESUMO**

Esse trabalho apresenta uma proposta metodológica para elaboração de uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE). Os procedimentos foram validados por um protótipo sobre o Parque Estadual de Intervales – SP. Os benefícios da metodologia foram descritos e as limitações discutidas. Conclui-se que as IDEs são excelentes alternativas para administrar e compartilhar dados espaciais institucionais. Sua implantação foi facilitada pela existência de tecnologia básica gratuita na *Web*. Considerando também as diferenças organizacionais entre as instituições, recomenda-se o desenvolvimento da IDE em estágios, de forma que a continuidade da sua implantação dependa da consolidação de cada uma das etapas precursoras. Dessa forma, o impacto das desigualdades entre as instituições participantes tende a ser minimizado, pois os novos procedimentos operacionais são incorporados progressivamente.

**Palavras Chaves:** Infraestrutura de Dados Espaciais; Interoperabilidade; Sistemas de Informação Geográfica; Unidades de Conservação; Intervales.

### **ABSTRACT**

This paper presents a methodology for developing a Spatial Data Infrastructure (SDI). The procedures were validated by a prototype developed to Intervales State Park – SP. Benefits of the methodology were described and limitations were discussed. We conclude that SDIs are excellent alternatives for managing and sharing institutional spatial data. Its implementation was facilitated by the existence of free basic technology on the *Web*. Considering the organizational differences between the stakeholders institutions, it is recommended the development of SDI in stages, where the continuity of stages implementation would depends on the consolidation of each of its previous steps. This progressive development tends to minimize the impact of different expertise from its stakeholders by allowing the gradual incorporation of new operational procedures.

**Keywords:** Spatial Data Infrastructure; Interoperability; Geographic Information Systems; Protected Area; Intervales.

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico recente, particularmente nas áreas de informática e comunicações, tornou possível o compartilhamento e a disseminação de dados geográficos via *web*. Com a emergência das questões ambientais, e a decorrente necessidade de preservação das áreas naturais, tornou-se fundamental facilitar o acesso aos dados das Unidades de Conservação para fomentar a realização de estudos e obter respostas mais rápidas às questões socioambientais.

Uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) expressa a confluência entre diversos provedores de dados geográficos, que fornecem serviços *web* específicos e aplicações cujas interfaces e conexões são expressas na linguagem XML - *Extensible Markup Language* (Davis, 2006).

A importância da IDE se traduz pelo potencial de disseminação e uso coletivo das informações geográficas (mapas, tabelas, coordenadas, etc.), integrando diversos tipos de usuários, como os da comunidade científica, instituições governamentais e não governamentais. Visa reduzir os problemas de interoperabilidade, isto é, da comunicação entre diferentes sistemas por intermédio da padronização dos dados. É um conceito extremamente simples, mas sua materialização é complexa por causa das diferenças tecnológicas, políticas e culturais das instituições que produzem e utilizam dados geográficos.

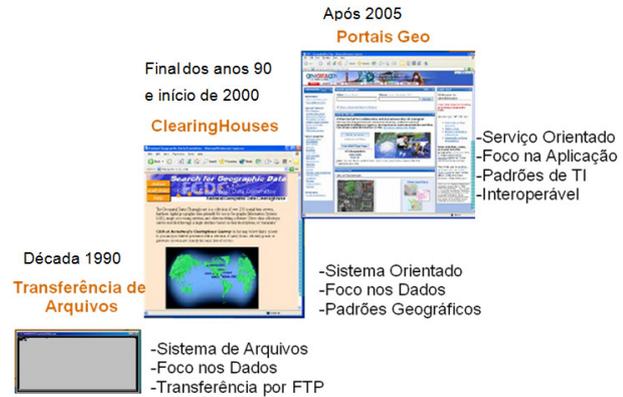
Nesse contexto, o trabalho apresenta um estudo de caso de elaboração de uma proposta de IDE para o Parque Estadual de Intervalos – SP. Seu objetivo é sistematizar os respectivos procedimentos metodológicos - orientados pelos padrões e normas do Open GIS Consortium (OGC, 2007), Global Spatial Data Infrastructure (GSDI, 2004) e Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (CONCAR, 2009) -, e discutir os benefícios e limitações decorrentes da elaboração do protótipo de IDE.

## 2. A INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

### 2.1 Contexto das Infraestruturas de Dados Espaciais

A expressão “Infraestrutura de Dados Espaciais” é utilizada desde a década de 1990, entre

os profissionais ligados aos setores de informática. Nos anos 2000, disseminou-se entre os participantes da comunidade de Geoprocessamento. A evolução das características tecnológicas do compartilhamento de informações geográficas pode ser observada pela Figura 1.

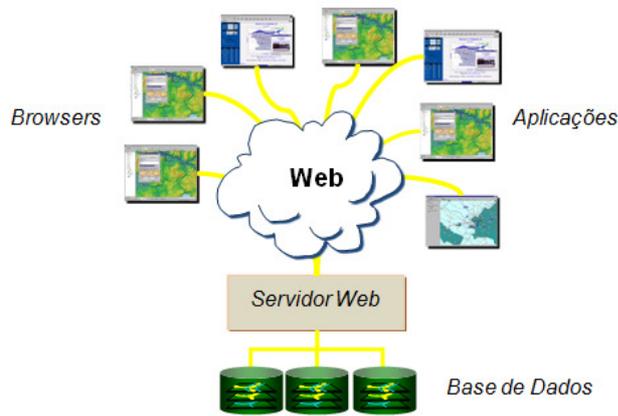


**Fig. 1 -** Evolução das técnicas de compartilhamento de informações geográficas. Fonte: adaptado de Danko (2006).

Como ilustra a Figura 1, é possível observar uma preponderância, nos anos 1990, da troca de arquivos, como por exemplo, via *File Transfer Protocol* - FTP. Uma segunda fase pode ser identificada no final dos anos 1990 e início dos anos 2000, período no qual se observa melhorias no acesso à informação geográfica, materializado por mecanismos de busca denominados Clearinghouses (estruturas que coletam, armazenam e disseminam informações, metadados e dados). Na terceira fase, há uma adequação dos padrões da informação geográfica digital aos padrões de Tecnologia da Informação (TI), com a ênfase nas questões de qualidade e interoperabilidade.

Na fase intermediária, os usuários visualizavam as informações geográficas por uma interface *web*, que se conectava diretamente aos provedores de dados. Se o acesso remoto representou um grande avanço, na época, as possibilidades de integração entre os dados da *web* eram inexpressivas (Figura 2).

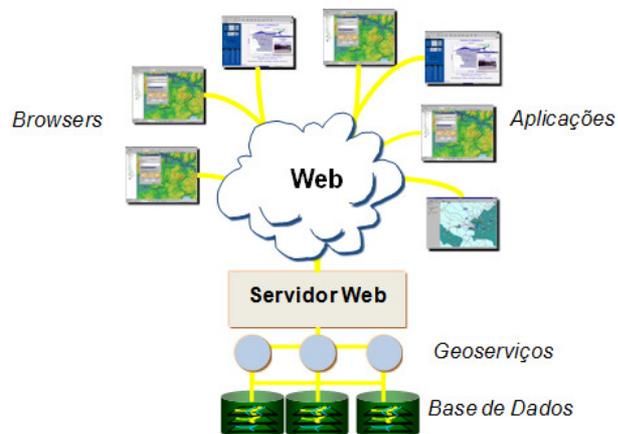
Na terceira etapa, o desenvolvimento das aplicações baseadas na arquitetura orientada aos serviços passou a ser o principal foco dos Geoportais (*web site* de conteúdos geográficos). Nessa fase, há a possibilidade de integrar os distintos serviços *web* dentro da aplicação do usuário, como por exemplo, adicionar um plano de informação existente em outro servidor ou buscar uma informação de



**Fig. 2 -** Usuários conectando a camada de aplicação de mapeamento *web*. Fonte: Adaptado de Wahadj (2004).

metadados em um catálogo. A Figura 3 demonstra a arquitetura das aplicações de Sistema de Informação Geográfica orientada aos serviços. Diferencia-se da Figura 2 por possuir uma camada de serviços entre a base de dados e o servidor *web*. Assim, fornece diversos serviços, os quais podem ser incorporados nos sistemas *web* dos usuários.

As Infraestruturas de Dados Espaciais emergiram deste contexto de desenvolvimento tecnológico. Elas evoluíram em diversos países, conforme o surgimento de necessidades de compartilhamento de informações e serviços geográficos. No entanto, as IDEs exigem muito mais do que recursos tecnológicos, pois necessitam ser formalmente institucionalizadas para serem viabilizadas nas distintas esferas governamentais. Dependem, portanto, do estabelecimento de leis para ordenar sua criação e funcionamento.



**Fig.3 –** Ilustração da integração dos serviços *web* disponíveis. Fonte: adaptado de Wahadj (2004).

Na representação da cronologia da legislação sobre IDEs, ilustrada pela Figura 4, nota-se que os pioneiros foram Portugal e Estados Unidos, que iniciaram seus projetos nos anos de 1990. A institucionalização do projeto de IDE na comunidade europeia, denominada INSPIRE, se deu através da Diretiva 2007/2/CE. No Brasil, destacam-se os esforços para a constituição da INDE (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais), que foi oficializada pelo Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008.

Conforme o Federal Geographic Data Committee (FGDC, 2008) uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) pode ser definida como:

*“As tecnologias, políticas, critérios, padrões e pessoas necessárias para promover o compartilhamento de dados geoespaciais através de todos os níveis de governo, setores privado, órgãos sem fins lucrativos e a academia. Ele fornece uma base ou estrutura de práticas e relacionamentos entre produtores de dados e usuários que facilitam o uso e compartilhamento de dados. É um conjunto de ações e novos modos de acessar, compartilhar e usar dados geográficos que permite tornar mais compreensível a análise do dado para ajudar tomadores de decisões escolherem o melhor curso da ação (FGDC, 2008, p.iv).”*

Em outra definição, o GSDI (2004, p. 8) considera a Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) como um conjunto de tecnologias, políticas e mecanismos institucionais que facilita o acesso aos



**Fig. 4 -** Cronologia de legislação das IDEs. Fonte: CONCAR (2009).

dados espaciais. A IDE fornece uma base para a busca de dados espaciais e aplicações para usuários e fornecedores de todos os níveis do governo, setores comerciais, setores sem fins lucrativos, das universidades e dos cidadãos em geral. Deve incluir também os critérios organizacionais necessários para coordenar e administrar essa infraestrutura nas escalas locais, nacionais ou transnacionais.

*“Uma IDE pode ser entendida como a confluência entre diversos (em potencial) provedores de dados geográficos, cada qual fornecendo acesso a dados através de serviços web específicos, aplicações cujas interfaces e conexões são expressas em XML e podem ser encontrados através de mensagens em XML. Para escolher quais dados e, conseqüentemente, quais serviços preenchem suas necessidades, o usuário ou cliente realiza buscas através de um repositório de metadados sobre informações e serviços geográficos disponíveis (DAVIS, 2006, p. 5).”*

Assim, uma Infraestrutura de Dados Espaciais não trata somente de questões operacionais, como interoperabilidade e aceleração de processos, mas permeia assuntos legislativos, indispensável para garantir a funcionalidade desse tipo de estrutura.

## 2.2 Níveis das Infraestruturas de Dados Espaciais

Para Rajabifard et al. (1999), existem distintos níveis de atuação das IDEs. Conforme os autores, os diferentes níveis político-administrativos podem ser classificados por uma hierarquia de IDEs: Globais, Regionais, Nacionais, Estaduais, Locais e Organizacionais. Esses níveis podem ser representados de duas formas distintas: forma de guarda-chuva ou expressa por blocos (Figura 5).

*GSDI* - IDE Global *RSDI* – IDE Regional  
*NSDI* – IDE Nacional *SSDI* – IDE Estadual  
*LSDI* – IDE Local *Corporate SDI* – IDE Organizacional

O nível de IDE adotado no estudo de caso do Parque Estadual de Intervales foi o organizacional. Criado a partir dos aspectos técnicos e legais da própria instituição, foi desenvolvido para compartilhar e integrar dados dos seus diferentes setores, no nível de base da hierarquia.

A premissa fundamental é de que cada setor da instituição poderia criar sua própria estrutura, desde que seguisse regras e padrões pré-estabelecidos, de forma a permitir a integração entre os distintos níveis administrativos. Assim, um Parque Estadual poderia criar sua própria IDE, que se integraria às IDEs de níveis locais, estaduais ou nacionais do órgão que administra as Unidades de Conservação.

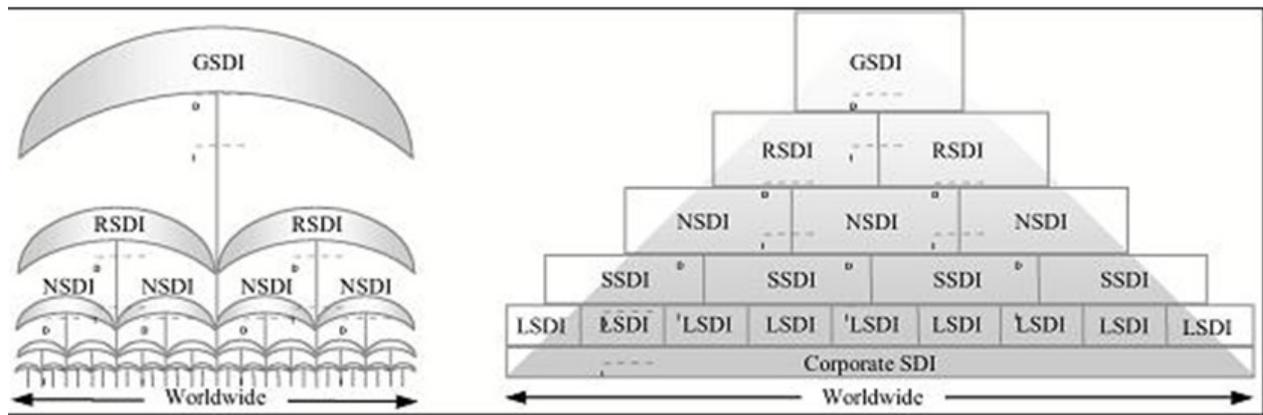
Nesse contexto, seria possível ponderar que os conjuntos de dados de uma IDE Global, isto é, as políticas, regras organizacionais, tecnologias e padrões, seriam originários do Sistema de Informações Geográficas (SIG) da organização que a constitui.

Embora a existência do SIG não seja um pré-requisito para o desenvolvimento da IDE organizacional, considera-se que o cenário mais usual da sua criação esteja associado à evolução do SIG existente na instituição. Seu principal requisito é atender às próprias demandas, mas deve ser estruturada para suprir às necessidades das IDEs dos níveis superiores da hierarquia.

## 2.3 IDE e o Parque Estadual de Intervales (PEI)

Segundo o artigo 2º da lei 9985/2000 do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – (SNUC, 2000), as Unidades de Conservação são definidas como “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, aos quais se aplicam garantias adequadas de proteção”. Essa lei institui o SNUC, que define as normas e critérios para a criação, implantação e gestão das Unidades de Conservação.

A Unidade de Conservação possui o objetivo de manter e proteger as áreas naturais existentes. Essas áreas se tornam protegidas através dos governos federal, estadual e municipal que adotam medidas legais para preservar a integridade da natureza, disciplinando as atividades econômicas, sociais e as obras e projetos que podem causar algum dano ao ecossistema. As categorias das Unidades de Conservação variam conforme o tipo de manejo destinado à área preservada, tais como parques, estações ecológicas, áreas de proteção



**Fig. 5 -** Hierarquias da IDE: Guarda-Chuva (esquerda) e Blocos (direita). Fonte: Rajabifard et al. (1999).

ambiental, áreas de relevante interesse ecológico, reservas particulares do patrimônio natural, tombamentos, entre outras.

A UC desse estudo foi o Parque Estadual de Intervalas (PEI). Foi escolhida pela facilidade de diálogo com os representantes da Fundação Florestal, órgão estadual que administra a UC, e a disponibilidade de dados.

O PEI localiza-se nos municípios paulistas de Guapiara, Ribeirão Grande, Sete Barras, Eldorado e Iporanga, entre as coordenadas S 24°12' e 24°32', e O 48°03' e 48°32'. Possui 41.705ha de patrimônio natural, com notável biodiversidade. A Figura 6 mostra a localização do Parque Estadual de Intervalas ao sul do Estado de São Paulo.

As características das Unidades de Conservação (UC) são comumente representadas por informações textuais, gráficas e cartográficas, elaboradas por distintas áreas do conhecimento. Em parte dos casos, esse acervo de dados é sistematizado em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), pois facilitam, entre outros, sua gestão, análises têmico-espaciais, simulações, elaboração de zoneamentos e planos de manejo.

No entanto, na maioria dos casos, essas informações não são organizadas segundo uma modelagem conceitual ou uma proposta de padronização dos formatos dos dados. A consequência direta dessa lacuna é a dificuldade de



**Fig. 6 -** Localização do Parque Estadual de Intervalas ao sul do Estado de São Paulo.

compartilhamento. Assim, a possibilidade de utilização dessas informações se reduz, pois seu uso costuma ficar restrito aos usuários que conceberam e operam o referido SIG. Ainda que esses dados sejam cedidos a outros interessados, a ausência de padrões limita sua utilização, uma vez que o *software* do novo usuário pode ser incapaz de interpretar os arquivos da UC da mesma forma que o programa de origem, ou seja, a interoperabilidade entre distintos sistemas não ocorre plenamente.

Litwin e Guzik (2004) corroboram esta constatação ao afirmarem que é necessário um modelo de dados espaciais comum, que sirva como base para o SIG dos Parques Nacionais e também para a criação de uma Infraestrutura de Dados Espaciais das Unidades de Conservação. Tal sistema poderia ser criado, por exemplo, para parques com mesmo tipo de conservação. Neste caso, sistemas transnacionais poderiam ser desenvolvidos para Reservas da Biosfera Internacional, com objetivo de melhorar a eficácia das estruturas organizacionais.

Com um modelo de dados comum a um grupo de parques nacionais, estaduais ou regionais, uma IDE permitiria o acesso às informações de cada unidade integrante por meio da *web* (geoportais) e promoveria o intercâmbio de informações entre seus gestores e usuários.

No caso específico, os mapas do Parque Estadual de Intervalos poderiam ser acessados por qualquer outro usuário, independentemente da função ou local de acesso. Assim, permitiriam a correlação com os mapas de outras Unidades de Conservação, desde que compartilhassem o mesmo modelo de dados.

Nesse contexto, Nazarkulova (2006) cita quatro pontos importantes na integração das informações geográficas entre as Unidades de Conservação:

- Manter o inventário sobre o habitat e as espécies;
- Registrar e avaliar as mudanças temporais e espaciais;
- Qualificar e quantificar a influência das atividades humanas no ambiente natural;
- Colaborar na criação de políticas de gerenciamento.

Considera-se, assim, que promover o acesso aos dados de uma Unidade de Conservação pode contribuir de maneira mais ampla para sistematizar

o conhecimento produzido a seu respeito, facilitando seu acesso aos departamentos de pesquisa, universidades, órgãos governamentais e não governamentais e organizações privadas.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A proposta de IDE deste trabalho está baseada nos preceitos de Davis (2006), GSDI (2004) e Warnest (2005). A Tabela 1 descreve essas recomendações e estabelece uma relação entre os processos e os componentes:

**Tabela 1 - Referência Cruzada dos Componentes e Processos da IDE.**

Componentes	Processos
Pessoas	Descrições dos envolvidos e usuários.
Dados	Desenvolvimento dos Dados Geoespaciais.
Tecnologias	Definição da arquitetura do sistema;
	Visualização das informações geoespaciais.
Padrões	Documentação de metadados;
	Publicação de Serviços de Catálogos de Metadados;
	Acesso aos dados geoespaciais.
Envolvimento Institucional	Criação de um nó de IDE em Unidades de Conservação.

É relativamente comum que os componentes e processos da Tabela 1 se sobreponham. Entretanto, Warnest (2005) afirma que eles não são os únicos fatores que influenciam a construção de uma IDE. Assim, para definirmos uma IDE de nível organizacional, foram levadas em consideração as seguintes questões:

- Quais são os principais usuários? Como utilizariam as informações?
- Como usuários poderiam localizar e utilizar as informações sem necessidade de transformar os formatos dos dados georreferenciados?
- Como manter os dados atualizados baseando-se na contribuição da população local e visitantes?
- Como permitir a localização e o cadastramento de informações de uma localidade?

A análise do conjunto desses elementos citados permitiu a definição dos procedimentos metodológicos para a elaboração da IDE do Parque Estadual de Intervalos – SP. A síntese dos procedimentos está listada e sumariamente descrita a seguir:

- Organização do fluxo de trabalho: representar a sequência do trabalho em uma Estrutura Analítica de Projeto (EAP);
- Determinação dos componentes da IDE organizacional: selecionar os recursos, componentes e serviços que serão oferecidos pela IDE;

- Definição da arquitetura do sistema: representar de forma articulada a integração das partes envolvidas na IDE;
- Modelagem Conceitual de Dados Geográficos: representar os dados geográficos da IDE por meio de primitivas num diagrama de classes;
- Escolha do programa para prover os dados: escolher o banco de dados que dará suporte aos dados da IDE;
- Elaboração dos metadados: selecionar as informações sobre o histórico, processo de elaboração e características dos mapas, no padrão ISO19115, a cada uma das representações cartográficas que serão veiculados via *web*;
- Publicação do catálogo de metadados: selecionar e instalar o programa que fará a inserção dos metadados na *web*;
- Realização de testes de visualização e acesso: verificar, em diferentes programas e computadores, se os mapas e respectivos atributos podem ser visualizados;
- Definição das restrições de acesso aos dados: estabelecer as prioridades, as prerrogativas e as limitações dos grupos de usuários do sistema;
- Consolidação dos nós da IDE: assegurar a interconexão entre os servidores das organizações.

O protótipo da proposta de IDE de Intervalos foi realizado em uma máquina virtual. Resumidamente, é um programa que carrega e executa os aplicativos simulando um computador físico. Todos os programas mencionados, incluindo o servidor *web*, foram instalados nesse ambiente e funcionaram durante a pesquisa em um computador pessoal (*notebook*).

### 3.1 Organização do fluxo de trabalho da IDE

A organização do fluxo de trabalho da IDE foi realizado com o apoio de uma Estrutura Analítica do Projeto (EAP). A EAP é uma técnica que organiza e define o escopo do projeto (Fairley, 2009). O trabalho é organizado em função das atividades que devem ser elaboradas e da estrutura da tarefa. Para Booz et al. (2006), uma EAP fornece um arcabouço detalhado para a realização das estimativas de custos e de controle do cronograma do projeto. Também é uma ferramenta dinâmica que pode ser revista e atualizada, conforme necessidade do gestor do projeto. Ela organiza e apresenta

elementos que representam o trabalho a ser realizado no projeto (Tabela 2).

**Tabela 2** - EAP na estrutura de tabela exibindo as atividades em uma lista sequencial.

Nome da tarefa
1. Infraestrutura de Dados em UC
1.1. Sistema de Disseminação de Informação Geográfica do PEC Intervalos
1.1.1. Definição de Escopo
1.1.2. Requisitos
1.1.3. Desenho de Especificação
1.1.4. Implementação
1.1.5. Documentação
1.1.6. Entrega

Fonte: adaptado de Nakamura (2010).

### 3.2 Determinação dos componentes da IDE

Baseando-se na EAP, os componentes da IDE foram relacionados aos processos necessários para a realização de cada uma das tarefas. É importante ressaltar que, na literatura revisada, não há uma quantidade mínima de componentes que uma organização deve fornecer para a criação de uma IDE. Entretanto, podemos observar que a maioria das IDEs disponibilizam as informações conforme seus recursos técnicos/financeiros, e que são geralmente organizadas conforme seus níveis de abrangência. Um exemplo de IDE brasileiro é o desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente (<http://mapas.mma.gov.br/i3geo>), disponibilizando o acesso aos dados ambientais.

Considerando as questões iniciais, as recomendações dos autores citados e algumas necessidades específicas organizacionais, pudemos identificar as seguintes necessidades do Parque Estadual de Intervalos:

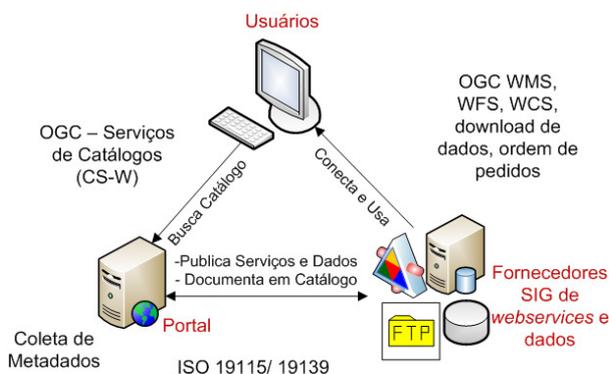
- Permitir o relacionamento com outros servidores de informações geográficas, para integrar aos dados existentes, como nós de IDEs, em diferentes níveis governamentais;
- Organizar grupos técnicos de discussão da IDE;
- Possibilitar a visualização de dados via *browser* e internet;
- Viabilizar o acesso aos Serviços de Catálogos de Metadados;

- Tornar disponíveis os *webservices*: serviços WMS (visualização de imagens e mapas temáticos) e WFS (visualização de vetores);
- Documentar procedimentos para utilização do sistema.

### 3.3 Definição da arquitetura do sistema

A arquitetura da IDE é normalmente definida a partir das disponibilidades de recursos físicos, financeiros, tempo de projeto e domínio sobre o conhecimento do sistema adotado. Na literatura revisada, há o predomínio da Service Oriented Architecture (SOA). Esse tipo de arquitetura tem sido bastante utilizado por facilitar a integração dos serviços entre vários sistemas e também por permitir de escalonar o sistema sem modificar o núcleo da aplicação.

A Figura 7 demonstra a arquitetura orientada por serviços através de um portal de informações de Sistema de Catálogos de Metadados. Na camada de “Fornecedores” estão as aplicações SIG publicadoras de serviços e dados (Ex: Geoserver, Geomedia WebMap). Na camada “Portal”, encontra-se os serviços que estão disponíveis (Ex: Geonetwork e I3GEO). Na camada “Usuários”, estão usuários que interagem com o portal e consomem os serviços geográficos.

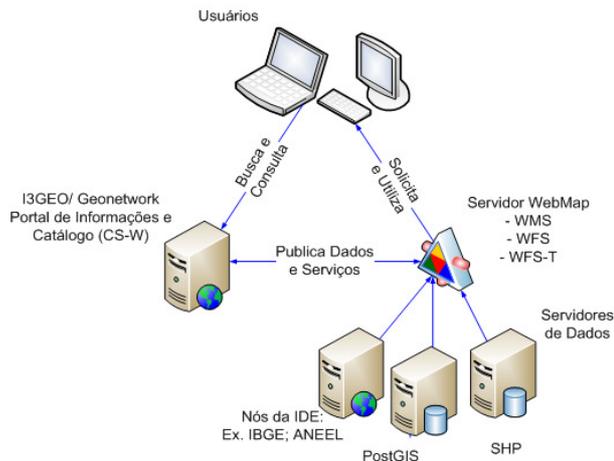


**Fig. 7** - Portal de Metadados baseado em Arquitetura Orientada aos Serviços. Fonte: adaptado de Danko (2006).

Ao utilizar esse tipo de arquitetura, os serviços padronizados, como os desenvolvidos pelas especificações da OGC, devem ser utilizados para facilitar o escalonamento das aplicações e a integração dos nós das IDEs. O agrupamento organizado e estruturado dos serviços de IDEs organizacionais ou locais podem formar a base das IDEs nacionais ou regionais, de modo que busque

as informações e serviços primários a partir da fonte original, conforme afirma Davis (2006).

A Figura 8 mostra a arquitetura utilizada para o desenvolvimento da IDE de Intervalles. O aplicativo utilizado para realizar a publicação dos serviços e dados foi o Geoserver 2.0. O programa Geonetwork 2.4, foi usado para publicar os metadados na forma de serviços de catálogo. O usuário poderá acessar esses serviços através da aplicação I3GEO e da interface de visualização do Geonetwork, locais nos quais realiza consultas.



**Fig. 8** - Proposta de Arquitetura de IDE para o Parque Estadual de Intervalles.

### 3.4 Modelagem Conceitual de Dados Geográficos

Nessa proposta de IDE para o Parque Estadual de Intervalles, as categorias de informações são resultantes de projetos anteriores, como o Plano de Manejo do Parque Estadual de Intervalles. Desses dados, foram selecionadas as seguintes categorias:

- Educação e Cultura;
- Hidrografia;
- Limites;
- Localidades;
- Pontos de Referência;
- Sistema de Transportes;
- Vegetação;
- Geologia;
- Geomorfologia;
- Solos.

Essa proposta de planos de informações para a IDE organizacional do PEI foi desenvolvida a partir das categorias temáticas do EGB (Espaço Geográfico Brasileiro) proposto pela INDE

(CONCAR, 2009). Se a escala de trabalho necessitar atingir um nível continental ou global, especificações como as da ISO 19115 (2003) poderiam ser utilizadas como referência.

A modelagem de dados para Intervalos levou em consideração a Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV), segundo CONCAR (2007). A aplicação ArgoCASEGEO, que utiliza o modelo UMLGeoFrame (*Unified Model Language*), foi utilizada. Essa aplicação é uma extensão do programa ArgoUML, uma ferramenta de modelagem de código aberta, desenvolvida na linguagem Java. Possibilita a criação de diagramas que contém os estereótipos sugeridos pelo modelo UML-GeoFrame (Lisboa Filho e Iochpe, 2008).

### **3.5 Seleção do programa para prover os dados**

O *software* PostGres 8.4/PostGis foi utilizado como banco de dados para a IDE de Intervalos. Foi o escolhido por utilizar os padrões OGC para o armazenamento dos dados. Outros bancos de dados, de maior porte, como Oracle ou SQL Server, podem ser também utilizados.

A grande vantagem do desenvolvimento das IDEs é permitir a conexão a vários provedores de dados, chamados de nós da IDE. Assim, o banco de dados do Parque Estadual de Intervalos pode tornar-se um nó de uma IDE quando os dados e os serviços forem publicados e acessíveis por outros sistemas clientes.

### **3.6 Documentação dos metadados**

O padrão de metadados adotado foi o ISO 19115. Ele permite diferentes níveis de abstração de metadados e de serviços de catálogo detalhados. É adotado pelo Comitê de Estruturação de Metadados Geoespaciais – CEMG da CONCAR. O Geonetwork 2.4 (<http://geonetwork-open-source.org>) foi o meio usado para documentar os metadados.

### **3.7 Publicação do catálogo de metadados**

Para realizar a catalogação de metadados e a publicação dos respectivos serviços de Intervalos foi utilizado o programa Geonetwork, versão 2.4. Essa aplicação é utilizada também pelo IBGE e pelo Ministério do Meio Ambiente, facilitando a possibilidade de integração dos nós da Infraestrutura de Dados Espaciais.

### **3.8 Testes de visualização e acesso**

O programa I3GEO foi adotado na fase de testes de visualização dos dados de Intervalos.

### **3.9 Definição das restrições de acesso aos dados**

A acessibilidade aos dados foi definida através dos padrões da OGC para *webservices* geográficos. Mantiveram-se os dados online e acessíveis a qualquer usuário que possuísse uma aplicação compatível com o padrão aberto. Em princípio, os dados deveriam estar acessíveis em um ambiente de fácil acesso e livre para uso. O acesso aos dados pode ser realizado de duas formas: interna à instituição, através de um acesso direto ao banco de dados Postgre/ PostGIS, ou externa, através dos *webservices* geográficos.

### **3.10 Consolidação dos nós da IDE**

A consolidação da rede de nós de IDE é possível através da interconexão de uma série de servidores de mapas devidamente estabelecidos por suas organizações e que utilizam os mesmos protocolos e padrões.

A definição do nó de IDE passará pelo processo de registro dos sistemas de catálogos em Servidores de Catálogos de metadados (ex. INDE), para permitir que qualquer usuário possa encontrar os metadados e saber como os dados podem ser acessados e utilizados. Dessa forma, o servidor de mapeamento *web*, o I3GEO e o servidor de catálogos de metadados, o Geonetwork, passam a fornecer constantemente informações aos usuários que o acessam.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As principais dificuldades técnicas observadas durante a implantação do protótipo da IDE de Intervalos foram:

- Disponibilidade dos dados das IDEs restrita às organizações. Notou-se que a utilização de serviços *web* de algumas agências de mapeamento perde o desempenho ou fica indisponível em determinados horários. Isso representa uma restrição à obtenção dos dados. No cenário ideal, proposto pela GSDI (2004), a base de dados deve estar acessível e disponível com baixo custo e em ambiente amigável para atender às necessidades públicas e encorajar outros produtores de dados;

· Dificuldade em identificar a qualidade cartográfica e a escala de origem dos mapas, pois não possuíam uma adequada documentação de metadados. As métricas para verificar a qualidade dos dados devem acompanhar os metadados (Ex.: Padrão de Exatidão Cartográfica - PEC). De acordo com o cenário ideal da GSDI (2004), com a cooperação entre os produtores de dados e usuários, os dados são atualizados através de padrões comuns e medidas de qualidade;

· Incompatibilidade de versões dos serviços. Apesar de ser um padrão interoperável de serviços *web* (WFS e WMS), notaram-se alguns problemas decorrentes da diferença das versões dos programas entre o fornecedor do serviço *web* e a aplicação cliente. Após a compatibilização das versões, os formatos WFS e WMS apresentaram bom rendimento para a leitura dos dados.

Do ponto de vista tecnológico, considera-se factível o desenvolvimento de IDEs nas instituições governamentais brasileiras. Ainda que a experiência de integração de dados em ambiente acadêmico seja incomparavelmente mais simples do que seria no meio institucional, acredita-se que essas diferenças sejam proporcionais. O aumento comparativo da complexidade tecnológica de integração deve ser compensado pelo crescimento da infraestrutura, equipe e dos recursos financeiros das instituições envolvidas.

Considerando ainda as afirmações de Rajabifard (2004), segundo o qual os principais fatores que influenciam o sucesso das IDEs são de natureza tecnológica, humana e financeira, buscou-se ampliar o cenário de avaliação do protótipo, refletindo sobre as diferenças entre as instituições que compartilham dados.

Partindo do pressuposto de que poucas instituições e Unidades de Conservação possuem recursos financeiros e profissionais com conhecimento tecnológico específico, é possível argumentar que essa disparidade pode se tornar o elemento mais importante do processo de compartilhamento de dados.

Contudo, é igualmente importante considerar que a crescente melhoria das interfaces e a incorporação dos padrões dos dados cartográficos, definidos pelo IBGE e INDE, possam colaborar na disseminação das práticas e especificações relacionadas à IDE. Além disso, supõe-se que o Ministério do Meio Ambiente ofereça suporte

tecnológico às Unidades de Conservação federais, estaduais e municipais.

Em decorrência, acredita-se ser possível criar uma IDE de nível básico, desenvolvida com reduzido número de técnicos e aplicações de uso livre. Isso seria suficiente para que essa IDE organizacional se integrasse com outras de níveis locais, estaduais e nacionais.

Ao avaliar essa diversidade, a tendência de melhoria das interfaces e a proporcionalidade da complexidade tecnológica, recomenda-se a implantação das IDEs por estágios, como ilustra a Tabela 3. Nela, os componentes, processos e produtos, relacionados aos níveis da IDE, estão correlacionados.

Com a concepção por estágios, a continuidade de desenvolvimento da IDE dependeria da consolidação de cada um dos estágios anteriores. Isso reduziria as conseqüências da elevada heterogeneidade de conhecimento específico dos seus participantes. Acredita-se que somente com essa progressão cadenciada seria possível atender às distintas Unidades de Conservação, independentemente do nível inicial de capacitação dos seus representantes e da quantidade/qualidade do acervo das informações geográficas disponíveis.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desse estudo foi possível constatar que uma Infraestrutura de Dados Espaciais é uma excelente alternativa para administrar e compartilhar os dados espaciais institucionais.

Esse resultado corrobora os das experiências internacionais, mas no contexto brasileiro, que possui aspectos políticos, tecnológicos e culturais completamente distintos. Como foi possível desenvolver um protótipo de IDE em ambiente acadêmico, sem recursos financeiros e com infraestrutura e equipe reduzidos, considera-se que seria plausível seu desenvolvimento nas instituições governamentais brasileiras. O respectivo aumento de complexidade do compartilhamento seria compensado pela ampliação da infraestrutura, equipe e recursos financeiros.

A experiência descrita e as referências bibliográficas mostram que é uma tendência irreversível, apesar das dificuldades iniciais de integração.

**Tabela 3** - Proposta da implantação de IDE por estágios

Componente	Processo	Produtos relacionados aos Níveis da IDE Organizacional		
		Básico	Médio	Avançado
Pessoas	Descrever os envolvidos e usuários	Levantamento de Usuários e Pessoas Chave.	Matriz de Responsabilidades dentro da Instituição, treinamentos e divulgação interna.	Ampla rede colaborativa da IDE além da organização e divulgação externa.
Dados	Desenvolver os dados geoespaciais	Dados modelados e categorizados. Arquivos de sistema ou banco de dados geográfico sem política de segurança.	Dados armazenados em Banco de Dados Geográfico com política de segurança definida.	Dados rastreáveis entre os produtores e usuários dos departamentos e adequação das versões dos dados.
Tecnologia	Definir a Arquitetura do	Padrão de Arquitetura Orientada a Serviços (SOA)		
	Visualizar as informações geoespaciais	Visualizar as informações, navegar e impressão.	Realizar consultas por atributos e coordenadas, buscar e adicionar camadas de informações.	Permitir consultas espaciais e visualização 3D.
Padrões	Definir padrões de Metadados	Elementos do Perfil MGB/ ISO19115 preenchidos.	Documentação de Processos de origem dos dados.	Atualização sistemática e periódica dos metadados e permitir a publicação para outros formatos.
	Publicar os Serviços de Catálogos de Metadados (CS-W)	Publicação dos metadados em Catálogos.	Inclusão de nós de catálogos de outras IDEs de temas semelhantes aos da organização.	Registro em diretórios de catálogos de IDEs de níveis locais, estaduais e federais.
	Acessar os dados geoespaciais	Publicação de WMS/WFS.	Publicação de WCS e WMS com simbolização padronizada.	Publicação de WFS-T com políticas de segurança e processos definidos.
Envolvimento Institucional	Criar e integrar o nó de IDE em Unidades de Conservação	Permitir a integração aos IDEs de nível organizacional sem alteração nas políticas institucionais.	Integração aos IDEs de níveis locais e estaduais com adequações no padrão de compartilhamento dos dados.	Integração aos nós de IDEs de nível federal com adequações no padrão de compartilhamento dos dados.

O estudo de caso de Intervalos mostrou a importância de desenvolver a IDE em estágios. Essa compartimentação foi fundamental para o planejamento da pesquisa, devido à multiplicidade de elementos envolvidos. Esse aspecto foi igualmente importante na fase de implantação da IDE. Considera-se que sua continuidade dependa da consolidação de cada uma das suas etapas. Esse desenvolvimento progressivo tende a diminuir a importância da desigualdade de conhecimento específico dos seus integrantes, permitindo a incorporação paulatina de novos procedimentos operacionais.

De maneira geral, os benefícios gerados pelas IDEs são: a integração, a troca de experiências e o conhecimento dos processos internos de gestão. Entre as Unidades de Conservação, esse tipo de estrutura ainda tende a amadurecer, mas com o aumento da necessidade de monitoramento ambiental, poderá ocorrer de maneira aberta e visível para a sociedade, preocupada com o desenvolvimento sustentável. Para que isso aconteça, as IDEs devem se consolidar nas esferas institucional e administrativa. Interfaces mais simples poderão se tornar um atrativo para esse amadurecimento. Nesse contexto, ainda que em uma perspectiva de médio e longo prazo, seria possível imaginar a contribuição dos cidadãos comuns no registro de ocorrências ambientais, como preconizado por Goodchild (2007), em seu artigo denominado *Citizens as Voluntary Sensors*.

Do ponto de vista operacional, constatou-se que existe tecnologia básica gratuita, disponível na *web*, para a implantação das IDEs. No entanto, é importante ressaltar que a crescente evolução dos recursos tecnológicos, que ocorre a passos mais largos do que os acordos institucionais sobre IDE, de um lado, tende a melhorar a interatividade entre usuário e a informação geográfica, mas também pode ampliar ainda mais o descompasso de conhecimento específico entre as partes envolvidas.

Também é fundamental destacar a importância da colaboração entre instituições. Mesmo as IDEs de nível organizacional necessitam de uma forte integração das partes envolvidas. Contudo, devida à autonomia das organizações e às diferentes esferas de governo a que são subordinadas, essa integração pode se tornar o elemento mais difícil de ser obtido. Considerando ainda as vicissitudes políticas e administrativas, é possível considerá-la como o “elo

mais frágil dessa corrente”, isto é, o elemento de maior imprevisibilidade na constituição de uma IDE.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOOZ; ALLEN; HAMILTON. **Earned Value Management Tutorial Module 2: Work Breakdown Structure**. Department of Energy, Office of Project Assessment, 2006. Disponível em: <<http://www.er.doe.gov/opa/pdf/FinalModule2.ppt>>. Acesso em: 01 mar 2011.

CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia. CINDE - Comitê de Planejamento da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. **Plano de Ação para Implantação da Infraestrutura de Dados Espaciais**. Rio de Janeiro: CONCAR, 2009. Disponível em: <<http://www.concar.ibge.gov.br/arquivo/117@PlanoDeAcaoINDE.pdf>>. Acesso em: 01 set 2010.

DANKO, D. **Portals:Standards in Action**. In: ISO/TC211 23rd meeting, Riyadh KSA, 2006. Disponível em: <<http://www.isotc211.org/WorkshopRiyadh/Presentations/Danko.pdf>> Acesso em: 15/11/2010.

DAVIS, C. A.; ALVES, L. L. Infraestrutura de Dados Espaciais: potencial para uso local. **Revista Informática Pública**, Belo Horizonte, v. 8, n. 1, p. 65-80, 2006.

FAIRLEY, R. E. **Managing and Leading Software Projects**. New Jersey: John Wiley & Sons; IEEE Computer Society, 2009. 492 p.

FGDC- Federal Geographic Data Committee. **Geographic Information Framework Data Content Standard**. 2008. Disponível em: <[http://www.fgdc.gov/standards/projects/FGDC-standards-projects/framework-data-standard/GI\\_FrameworkDataStandard\\_Part0\\_Base.pdf](http://www.fgdc.gov/standards/projects/FGDC-standards-projects/framework-data-standard/GI_FrameworkDataStandard_Part0_Base.pdf)>. Acesso em: 05 abr 2011.

GOODCHILD, M. F. Citizens as Voluntary Sensors: Spatial Data Infrastructure in the World of *Web 2*. **International Journal of Spatial Data Infrastructures Research**, v. 2, p. 24-32, 2007. Disponível em: <<http://ijsdir.jrc.ec.europa.eu/index.php/ijsdir/article/viewFile/28/22>>. Acesso em: 05 abr 2010.

GOODCHILD, M. F. **Communicating Geographic Information in a Digital Age**. Blackwell Publishers, **Annals of the Association of American**

- Geographers**, Oxford, v. 90, n. 2, p. 344-355, 2000.
- GSDI - Global Spatial Data Infrastructure Association. **The SDI Cookbook, Version 2.0**. 2004. Disponível em: <<http://www.gsdi.org/gsdicookbookindex>>. Acesso em: 04 fev 2011.
- ISO Technical Committee 211, **Geographic information/Geomatics**. ISO 19115 de 2003. Disponível em: <<http://www.isotc211.org/>>. Acesso em: 09 ago 2011.
- LISBOA FILHO, J.; IOCHPE, C. **Modeling with a UML profile**. In: Shashi Shekhar and Hui Xiong (Eds.). *Encyclopedia of GIS*. New York: Springer, 2008. p.691-700.
- LITWIN, L.; GUZIK, M. **Database Model of National Park GIS as an Element of Spatial Data Infrastructure**. In: 10th EC GI & GIS Workshop, ESDI State of the Art, Warsaw, Poland, 23-25 June 2004. Disponível em: <[http://www.gis.tpn.pl/zawartosc/biblioteka/litwin\\_guzik.pdf](http://www.gis.tpn.pl/zawartosc/biblioteka/litwin_guzik.pdf)>. Acesso em: 23 jul 2011.
- NAKAMURA, E. T. **Infraestrutura de Dados Espaciais em Unidades de Conservação: uma proposta para disseminação da informação geográfica do Parque Estadual de Intervalos-SP**. 2010. 142 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Departamento de Geografia, FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- NAZARKULOVA, A. **SDI Concepts for Cross-Border National Parks**. In: International Symposium on Geoinformatics in European Nature Protection Regions. Dresden, 2006. Disponível em: <<http://www.geobook.de/natureprotection-is/files/presentations/Nazarkulova.pdf>>. Acesso em: 23 jul 2011.
- OGC - OpenGIS Consortium. **OpenGIS® Catalogue Services Specification**. Nebert, D.; Whiteside, A; Vretanos, P. (eds). Open GIS Consortium Technical Committee, 2007. Disponível em: <<http://www.opengeospatial.org/standards/cat>>. Acesso em: 01 ago 2011.
- OGC - OpenGIS Consortium. **The Abstract Specifications**. Open GIS Consortium Technical Committee, 2009. Disponível em: <<http://www.opengeospatial.org/standards/as>>. Acesso em: 01 nov 2010.
- RAJABIFARD, A; WILLIAMSON, I.P. **SDI Development and Capacity Building**. In: GSDI 7 Conference, Bangalore, India, 2004 Disponível em: <[http://www.geom.unimelb.edu.au/research/SDI\\_research/publications/files/SDI\\_CB\\_India2004.pdf](http://www.geom.unimelb.edu.au/research/SDI_research/publications/files/SDI_CB_India2004.pdf)>. Acesso em: 23 jul 2011.
- RAJABIFARD, A; CHAN, T. O.; WILLIAMSON, I.P.(1999). *The Nature of Regional Spatial Data Infrastructures*. In: **Proceedings of AURISA '99**, Blue Mountains, NSW, 1999. CD-ROM, *Online*. <[http://www.geom.unimelb.edu.au/research/publications/IPW/ipw\\_paper32.htm](http://www.geom.unimelb.edu.au/research/publications/IPW/ipw_paper32.htm)>. Acesso em: 05 ago 2011.
- SNUC, **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**. Lei no. 9.985, de 18 de julho de 2000. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm)>. Acesso em: 02 ago 2011.
- WAHADJ, R. *History; Software Review; Data Capture*. CyberInfrastructure Summer Institute for Scientists, 2004. Disponível em: <[http://www.geongrid.org/CSIG04/slides/History\\_Datacollection.ppt](http://www.geongrid.org/CSIG04/slides/History_Datacollection.ppt)>. Acesso em: 26 mai 2011.
- WARNEST, M. A. **Collaboration model for national spatial data infrastructure in federated countries**. 2005. 261 f. Ph. D. Thesis – Department of Geomatics, The University of Melbourne, Melbourne, 2005. Disponível em: <[http://dtl.unimelb.edu.au/R/6V8CGK74EQQ93LHKJDURJNV3U28C166CAF6AE175BLY3LSFXFC-01101?func=dbin-jump-full&object\\_id=66406&local\\_base=GEN01&pds\\_handle=GUEST](http://dtl.unimelb.edu.au/R/6V8CGK74EQQ93LHKJDURJNV3U28C166CAF6AE175BLY3LSFXFC-01101?func=dbin-jump-full&object_id=66406&local_base=GEN01&pds_handle=GUEST)>. Acesso em: 16 jul 2011.