



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

SERVIÇOS GEOGRÁFICOS BASEADOS EM MEDIADORES E
PADRÕES ABERTOS PARA MONITORAMENTO AMBIENTAL
PARTICIPATIVO NA AMAZÔNIA.

Emerson Magnus de Araújo Xavier

Proposta de Dissertação de Mestrado em Computação Aplicada, orientada pelos
Drs. Antônio Miguel Vieira Monteiro e Gilberto Câmara.

INPE
São José dos Campos
2007

RESUMO

O INPE criou e atualmente opera três projetos que auxiliam no monitoramento da Amazônia. Esses sistemas são efetivamente utilizados pelo governo brasileiro para apoio à tomada de decisões em relação à proteção da região amazônica. A estrutura de disseminação dos dados desses sistemas em operação não está integrada, nem permite que usuários insiram suas contribuições às bases. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é definir uma arquitetura que possa integrar diferentes fontes de dados geográficos e permitir uma maior interação dos usuários com essas bases. A hipótese formulada aponta que utilizar uma estratégia de integração apoiada em uma arquitetura mediada, em conjunto com o emprego de padrões abertos, configuram uma solução adequada para este atingir este objetivo.

SUMÁRIO

1	Introdução.....	4
1.1	Motivação.....	4
1.2	Objetivos.....	6
1.3	Inserção na agenda científica nacional e relevância institucional.....	7
1.4	Organização da proposta.....	8
2	Fundamentação teórica.....	8
2.1	Sistemas de monitoramento da Amazônia Legal.....	8
2.2	Serviços baseados em mediadores.....	10
2.3	Especificações OGC.....	13
2.4	SIG participativo.....	15
3	Problema e questão principal.....	17
3.1	Definição do problema.....	17
3.2	Questão principal.....	18
4	Metodologia.....	20
4.1	Fases do trabalho.....	20
4.2	Plano de trabalho.....	20
4.3	Resultados esperados.....	21
5	Referências bibliográficas.....	22

1 Introdução

1.1 Motivação

Em meados de 2003, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) divulgou os dados relativos ao desmatamento da Amazônia brasileira no período de agosto de 2001 a agosto de 2002. Esses dados apontaram um crescimento de aproximadamente 17% em relação ao período anterior. Crescimento similar foi detectado no período seguinte (2002-2003). Diante deste quadro, o Governo Federal criou o Grupo Permanente de Trabalho Interministerial – Amazônia Legal (GPTI). O objetivo principal do GPTI é reduzir os índices de desmatamento na Amazônia, por meio de medidas e ações efetivas (Brasil, 2003).

Com a criação do GPTI, o Projeto de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal (PRODES), que era executado pelo INPE desde 1988 (Câmara et al., 2006), expandiu sua importância. Em 2005, o PRODES ganhou um valioso aliado, o projeto de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER), cuja finalidade é fornecer informações sobre eventos de desmatamento com periodicidade mais curta que a do PRODES (Shimabukuro et al., 2005). Segundo o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2007), o INPE desenvolveu e implementou um sistema de monitoramento de queimadas e incêndios florestais, baseado em informações geradas por sensoriamento remoto, integrando-as em um sistema de informações georreferenciadas. A tecnologia de suporte a esse programa é o Banco de Dados de Queimadas (BDQueimadas).

Os sistemas de monitoramento ambiental operados pelo INPE são reconhecidos internacionalmente (Kintisch, 2007). Tais sistemas são efetivamente utilizados pelo Governo Federal para apoio à tomada de decisões no que diz respeito à proteção da Amazônia (GTPI, 2004). Sua evolução, e uso por parte dos órgãos de fiscalização, foram fatores importantes no aumento do número de operações realizadas pelo IBAMA nos últimos anos. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2006), essas operações tiveram como consequência queda expressiva nas taxas de desflorestamento a

partir de 2005. Tais operações contaram com o apoio e parceria do Exército Brasileiro, da Polícia Federal, da Polícia Rodoviária Federal e de polícias militares estaduais.

Os dados do PRODES, DETER e BDQueimadas estão disponíveis na Internet para que a sociedade brasileira possa acompanhar as atividades que mudam a paisagem amazônica. Essas bases de dados são gerenciadas de forma independente, fato inerente às suas metodologias de trabalho e ao histórico de construção desses sistemas, que foram concebidos em momentos diferentes. Suas estruturas atuais não contemplam a inserção de contribuições por parte dos usuários, sejam instituições ou voluntários preocupados em colaborar com a vigilância ambiental. Valeriano (2007) indica que a próxima geração desses sistemas deverá incluir um maior número de informações relativas ao meio físico e estatísticas sócio-econômicas da região amazônica, de forma a permitir análises do impacto do desmatamento na esfera sócio-ambiental.

Nesse contexto, surge o desafio de integrar os atuais sistemas de monitoramento da Amazônia em operação, construídos sobre bases de dados geográficos heterogêneas, possibilitando consultas distribuídas e incorporar dados fornecidos pelos usuários, sem alterar as bases consolidadas.

Uma análise do contexto atual das tecnologias de informação e dos sistemas de monitoramento baseados na Web, mostram uma grande evolução recente. São fatos:

- A Internet se tornou o meio preferencial para a disseminação de dados (Davis Jr. et al., 2005). Essa tendência atingiu o mundo SIG (Sistemas de Informação Geográfica), em que os principais fornecedores de *software* já possuem uma ferramenta de integração com a Web;
- A Internet é um sucesso porque seus padrões são abertos (Berners-Lee, 2007);
- O Open Geospatial Consortium (OGC) publica padrões abertos que possibilitam a criação de aplicações no estado-da-arte de SIG para a Web (Anderson e Moreno-Sanchez, 2003);

- O modelo Web Services permite que os usuários livremente criem soluções personalizadas com esforço mínimo de programação, integração e manutenção. Uma estrutura unificada pelos serviços OGC é essencial para a sustentação deste modelo (Alameh, 2003);
- Serviços baseados em mediadores permitem a comunicação entre os participantes de forma escalável (Fensel e Bussler, 2002). Wiederhold (1992) define mediador como um módulo que faz a ponte entre dados e aplicações;
- A participação dos cidadãos no processo de monitoramento ambiental cria novas oportunidades para coletas de dados (Gouveia et al., 2006).

Tomando-se esses fatos como premissas de trabalho, a seguinte hipótese foi formulada: utilizar uma estratégia de integração de bases de dados apoiada em uma arquitetura mediada, em conjunto com o emprego de padrões abertos especificados pelo OGC, configuram uma solução adequada para integrar fontes de dados geográficos heterogêneas. Esta solução não traz impacto aos sistemas em operação, e amplia a capacidade de interação entre os usuários dos sistemas e as bases de informação em níveis diferenciados. Para verificar a validade desta hipótese serão usados os dados gerados pelos sistemas de monitoramento ambiental operados pelo INPE.

Trabalhos anteriores envolvendo o uso de mediadores em serviços de informação geográfica desenvolvem interfaces próprias de consulta, não utilizando as especificações do OGC (Gupta et al., 1999; Boucelma et al., 2002; Essid et al., 2004). Ao empregar interfaces não padronizadas, esses trabalhos abdicam da interoperabilidade com uma coleção de aplicações que seguem as orientações do OGC (2007b). Estas abordagens não contemplam possibilidades de participação de usuários, em diferentes níveis, na construção das bases.

1.2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral definir uma arquitetura que possa integrar diferentes fontes de dados geográficos e permitir uma maior interação dos usuários com

essas bases. Como resultado, espera-se implementar ferramentas computacionais capazes de atender aos seguintes requisitos:

- Trazer transparência para as fontes de dados componentes, fornecendo um ponto de acesso único;
- Manter a independência das fontes de dados;
- Incorporar uma base de dados dinâmica, na qual os usuários do sistema possam colocar suas contribuições;
- Permitir acesso aos dados através de diversos dispositivos.

Esta proposta vai permitir evoluir os atuais sistemas de monitoramento da Amazônia coordenados pelo INPE de forma a propiciar facilidade para a análise integrada entre as informações presentes em bases distintas. Será possível integrar novos dados e informações a estas bases operacionais a partir da interação ativa dos usuários do sistema.

1.3 Inserção na agenda científica nacional e relevância institucional

A Sociedade Brasileira de Computação (SBC, 2006), apresenta os desafios da pesquisa em computação para o Brasil para o período de 2006 a 2016. Nesse contexto, o presente trabalho pode ser enquadrado no desafio *Gestão da Informação em grandes volumes de dados multimídia distribuídos*, posto que este trabalho visa a integração de bases de dados heterogêneas. Outra possibilidade é o enquadramento em *Acesso participativo e universal do cidadão brasileiro ao conhecimento*. Este último se deve ao fato de um dos objetivos aqui apresentados ser o desenvolvimento de mecanismos para busca e armazenamento de conteúdo gerado pelos usuários.

O aniversário de 46 anos do INPE, em agosto de 2007, foi marcado pelo lançamento de seu primeiro plano diretor, que formaliza os objetivos e ações estratégicas para o quadriênio 2007-2011 (INPE, 2007). Entre as ações estratégicas traçadas neste

documento, pode-se citar a 1.2, que trata de aprimorar a disponibilização de dados gerados pelo INPE, e a ação 7.1, que visa diversificar a coleta de dados ambientais através da integração com outras fontes (estaduais, federais e internacionais). Nesse contexto, a presente dissertação se encaixa como uma atividade que pode colaborar com as citadas ações.

1.4 Organização da proposta

Este trabalho se insere na linha de pesquisa *Tecnologia da Informação e Extração de Informações*, do curso de pós-graduação em Computação Aplicada do INPE. Esta linha vem gerando dissertações com foco em Web Services e padrões OGC (Busquim e Silva, 2003; Aulicino, 2006; Gioielli, 2006). Espera-se que este trabalho represente mais um avanço no esforço coletivo, visando compreender esse novo paradigma de desenvolvimento de aplicativos, em conjunto com interfaces estabelecidas pelo OGC.

Esta proposta está organizada em cinco seções. A segunda seção traz a fundamentação teórica, com os conceitos e teorias que apóiam o trabalho. Na terceira seção é apresentado o problema principal, seguido dos questionamentos relacionados. As fases de execução do trabalho, com seu respectivo cronograma, e resultados esperados encontram-se na quarta seção. Por fim, a quinta e última seção lista as referências bibliográficas citadas ao longo do texto.

2 Fundamentação teórica

2.1 Sistemas de monitoramento da Amazônia Legal

De acordo com a Agência de Desenvolvimento da Amazônia (ADA, 2007), a Amazônia Legal é uma subdivisão do território brasileiro que engloba os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e parte do Maranhão (a oeste do meridiano 44° WGr), abrangendo cerca de 61% do área total do país. Desde 1988, o INPE vem realizando o cálculo da taxa de desmatamento da floresta amazônica (Câmara et al., 2006). O INPE criou e atualmente opera três projetos que auxiliam no

monitoramento da Amazônia, e está trabalhando na criação de mais um:

- Projeto de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal (PRODES);
- Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER) ;
- Banco de Dados de Queimadas (BDQueimadas);
- Detecção de Exploração Seletiva (DETEX).

Na literatura encontram-se diversos significados para a sigla PRODES:

- Projeto de Estimativa de Desflorestamento da Amazônia (Busquim e Silva, 2003; Shimabukuro et al., 2005);
- Programa de Avaliação do Desflorestamento na Amazônia Legal (GTPI, 2004);
- Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia (Câmara et al., 2006);
- Projeto de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal (Valeriano, 2007). Este será o significado adotado ao longo deste trabalho.

Segundo Câmara et al. (2006), o PRODES consiste no monitoramento sistemático do desflorestamento da Amazônia, utilizando imagens de sensoriamento remoto e técnicas de processamento digital de imagens. Os dados são divulgados anualmente tendo como data de referência o dia 1º de agosto de cada ano. Seus dados são disponibilizados na Internet, oferecendo mais de 44 *gigabytes* de informação (Coordenação-Geral de Observação da Terra, OBT/INPE, 2007a). Entre os parâmetros disponíveis para consultas estão: órbita-ponto Landsat, por município, por estado.

O DETER pode ser enquadrado como uma atividade do PRODES. Seu objetivo é fornecer informação sobre eventos de desmatamento aos órgãos de controle ambiental, com periodicidade mais curta, de forma que os organismos de controle possam conter o

avanço do desmatamento (Shimabukuro et al., 2005). Segundo Valeriano et al. (2005), os dados são enviados para o IBAMA em tempo real, e colocados na Internet nos *sites* do IBAMA e do INPE. Entre os parâmetros de consultas possíveis à base do DETER, pode-se destacar a data de observação (inicial-final), base operativa IBAMA, estado ou município, e tamanho da área (ha) (OBT/INPE, 2007b).

O BDQueimadas é uma tecnologia de suporte ao sistema de monitoramento de queimadas e incêndios florestais, que utiliza informações geradas por sensoriamento remoto e banco de dados climáticos. Este sistema se insere no Programa de Prevenção e Controle às Queimadas e aos Incêndios Florestais no Arco do Desflorestamento (PROARCO), coordenado pelo IBAMA (2007). O objetivo principal do PROARCO é prevenir e combater incêndios na Amazônia Legal, principalmente na região denominada “Arco do Desflorestamento”. Em julho de 2007, este banco de dados apresentava mais de 5.400.000 registros de focos de calor (Divisão de Processamento de Imagens, DPI/INPE, 2007). Os parâmetros de consulta a esse banco são semelhantes aos apresentados no DETER e PRODES, com a possibilidade adicional de selecionar o tipo do sensor utilizado na detecção dos focos.

De acordo com Amador Jr. (2007), o objetivo do DETEX é identificar atividades madeireiras no meio da floresta, como abertura de picadas, pátios para armazenamento de toras e retirada de árvores individuais. Tais atividades são conhecidas como corte seletivo. O DETEX encontra-se em fase de concepção, não possuindo ainda metodologia definida ou *site* na Internet para divulgação de seus resultados. Ainda segundo Amador Jr. (2007), o DETEX utilizará imagens óticas de sensores orbitais e imagens de radar de sensores aerotransportados, e sua operação ficará a cargo do INPE.

2.2 Serviços baseados em mediadores

A integração de fontes de dados heterogêneas é um desafio bem conhecido da comunidade científica de bancos de dados (Litwin et al., 1990; Chawathe et al., 1994; Soares e Medeiros, 1999; Inmon, 2005). Quanto à interoperabilidade no domínio dos dados geográficos, Gupta et al. (1999) apresenta quatro estratégias principais,

estendidas por Casanova et al. (2005):

- Dicionário geográfico (*gazetteer*): define um vocabulário que consiste num identificador e sua localização;
- Federação: as fontes de dados contém autonomia, mas cooperam no suporte a operações que acessem dados em fontes distintas;
- Armazém de dados (*data warehousing*): extrai e converte todas as fontes de dados para um formato único, num lugar centralizado;
- Mediação: arquitetura em três camadas – dados, mediadores e aplicações.

Wiederhold (1992) define mediador como um módulo de *software* que provê serviços intermediários, fazendo uma ponte entre os dados e as aplicações. Os componentes da arquitetura mediada estão ilustrados na Figura 2.1. Casanova et al. (2005) apresenta as três camadas de um sistema mediado:

- Camada de aplicação: é composta pelas aplicações que desejam acessar as fontes de dados;
- Camada de mediação: centraliza os dados passados pelos adaptadores (*wrappers*), decompõe as consultas enviadas pelos clientes e as divide entre os adaptadores. Essa camada também reúne os resultados parciais e entrega ao solicitante;
- Camada de adaptação: provê o acesso aos dados por adaptadores, que escondem a heterogeneidade da fonte de dados para o mediador. Wiederhold e Genesereth (1997) se referem à essa camada como fonte de dados.

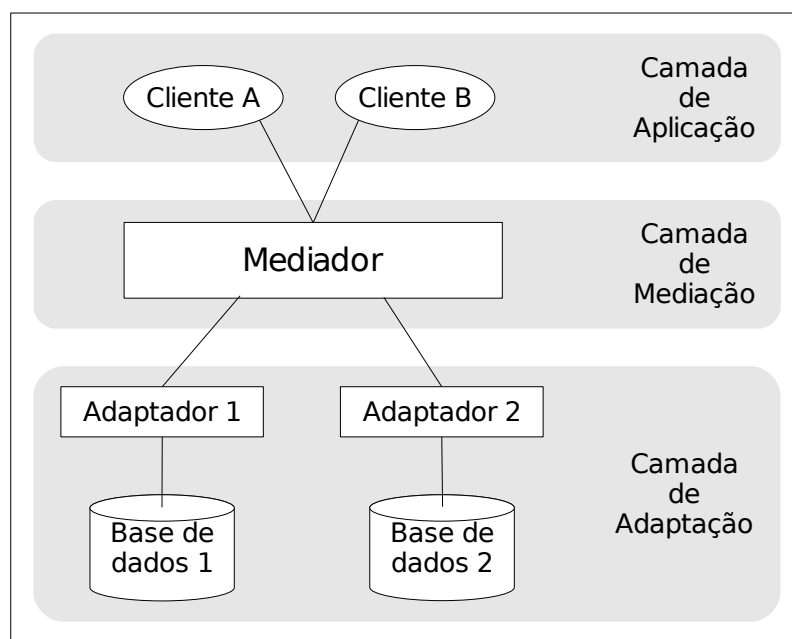


Figura 2.1 – Componentes da arquitetura mediada.

Fonte: adaptado de Kossmann (2000).

As tarefas específicas executadas pelos mediadores são detalhadas por Wiederhold e Genesereth (1997):

- Acessar e obter dados relevantes de múltiplos recursos heterogêneos;
- Abstrair e transformar os dados numa representação comum;
- Integrar os dados homogeneizados de acordo com chaves de combinação;
- Reduzir os dados integrados por abstração para aumentar a densidade de informações no resultado transmitido.

O maior esforço em se mover para um sistema mediado consiste no reconhecimento dos padrões de interface, de forma que as configurações (instâncias da arquitetura), possam ser rapidamente montadas (Wiederhold e Genesereth, 1997). Pode-se inferir que uma quantidade limitada e bem definida de interfaces é essencial para o sucesso de um projeto que utiliza mediação. A grande vantagem dessa arquitetura é a modularidade e a escalabilidade (Gupta et al., 2000).

A aplicação de arquiteturas mediadas para integrar bases de dados distintas tem como um dos principais desafios o processamento de consultas distribuídas. Kossmann (2000) apresenta duas estratégias para otimizar consultas sobre uma arquitetura mediada: *enumeração do plano com programação dinâmica e estimação de custo por planos*. Outra estratégia possível é a *otimização dois-passos*, que pode ser usada tanto em arquiteturas cliente-servidor como distribuídas (Kossmann, 2000). Esta última abordagem foi utilizada com sucesso por Smith et al. (2003) num contexto de computação em grade.

2.3 Especificações OGC

O Open Geospatial Consortium (OGC) é um consórcio formado por mais de 350 empresas, universidades e agências governamentais. O objetivo do OGC é promover o desenvolvimento de tecnologias que permitam a interoperabilidade entre sistemas que utilizam informação espacial (OGC, 2007a). Antigamente o OGC era conhecido por OpenGIS Consortium. Atualmente, esse consórcio utiliza o termo OpenGIS como marca registrada para ser associada às suas especificações. Nesta subseção serão apresentadas três dessas especificações:

- Geography Markup Language (GML);
- OGC Filter;
- Web Feature Service (WFS).

GML é uma especificação do OGC cujo objetivo é codificar informação geográfica no formato Extensible Markup Language (XML) (Cox et al., 2004). A GML é escrita sob a forma de esquemas XML (Fallside e Walmsley, 2004). A especificação atual da GML engloba a utilização de diversos tipos de dados que podem ser usados num contexto espacial, como feições, geometria, sistemas de coordenadas terrestres, topologia e outros. Lu et al. (2007) afirma que GML é uma linguagem promissora, porém mecanismos para utilizar completamente sua capacidade ainda não foram implementados.

Essencialmente as aplicações que seguem o padrão GML usam apenas um subconjunto dos muitos elementos definidos. Se algum subconjunto é especificado (e por vezes restrito), esse subconjunto é um GML Profile. Vretanos (2006) apresenta o GML Simple Features Profile (GMLSF), cujo propósito é facilitar a implementação de aplicações que usam geometrias simples (ponto, linha, polígono), e suas respectivas geometrias compostas. O GMLSF é subdividido em três níveis distintos, variando do mais simples (e restrito) ao mais complexo, que abrange todas as possibilidades de codificação possíveis no Simple Features for SQL (SFS) (Herring, 2006).

OGC Filter é uma especificação do OGC para codificar expressões de filtro no formato XML (Vretanos, 2005a). Expressão de filtro é uma construção utilizada para restringir valores de propriedades de um tipo de objeto, com o propósito de identificar um subconjunto de instâncias desse tipo de objeto, e realizar operações nesse subconjunto. O OGC Filter pode ser entendido como a implementação da OGC_Common Catalogue Query Language (CQL) (Nebert et al., 2007), sob a forma de XML. Sua aplicação consiste na possibilidade de se converter uma expressão codificada com o OGC Filter em outra linguagem alvo, como uma cláusula “WHERE” da SQL (Structured Query Language). Diversos padrões especificados pelo OGC usam o OGC Filter para expressar restrições.

O WFS é um serviço que permite que um cliente obtenha e atualize dados geográficos codificados em GML de múltiplos servidores (Vretanos, 2005b). A especificação contempla outras formas de distribuição dos dados geográficos, porém o formato GML é requisito mínimo para expressar feições. O WFS define seis operações distintas, dentre as quais se destacam a *GetFeature* e a *Transaction*. A operação *GetFeature* permite que o cliente receba instâncias de feições. A operação *Transaction* permite que o cliente possa modificar dados geográficos do servidor, como criar, alterar ou apagar feições. Um WFS com a capacidade de executar a operação *Transaction* é chamado de WFS Transacional (WFS-T). Esta especificação não descreve como checar a autenticidade de um usuário, nem define níveis de acesso. O WFS está diretamente condicionado à implementação do GML – para codificar as feições em XML, e à implementação do OGC Filter – para permitir operações de filtragem (seleção) de

feições.

O World Wide Web Consortium (W3C) tem especificações próprias para Web Services: Simple Object Access Protocol (SOAP) e Web Services Description Language (WSDL) (Newcomer, 2002). O trabalho de criação dessas especificações no W3C surgiu por volta de 2002 (Haas, 2007), enquanto as discussões sobre Web Services no OGC tiveram início em 1997 (OGC, 2007c). A diferença temporal, aliada a uma falta de comunicação entre os consórcios, fez com que as especificações do OGC não sigam as normas do W3C. Recentemente, iniciativas foram criadas no OGC a fim de estudar e melhorar o uso de SOAP e WSDL em seus serviços (Sonnet, 2005). Apesar dos trabalhos nesse sentido, Whiteside (2007) afirma que a utilização de SOAP e WSDL em serviços OGC ainda permanece em aberto.

2.4 SIG participativo

Smith (1994), apresenta uma diferença sutil entre colaboração e cooperação. O trabalho colaborativo exige integração contínua das partes envolvidas, ao passo que no cooperativo as partes envolvidas executam suas tarefas de forma independente, sem necessariamente saber o que acontece no conjunto. Jankowski e Nyerges (2001), fazem uma divisão em quatro níveis do termo “participação”: comunicação, cooperação, coordenação e colaboração. Nessa divisão, a *cooperação* usa as idéias geradas na *comunicação* para desenvolver um consenso geral, enquanto a *colaboração* usa esse consenso, sob uma *coordenação*, para tratar a execução dos processos.

SIG colaborativo (Collaborative GIS – CGIS), pode ser definido como uma eclética integração de teorias, ferramentas e tecnologias tendo como foco principal estruturar a participação humana no processo de decisões espaciais em grupo (Balram e Dragicevic, 2006). Esses autores sugerem ainda que o CGIS provê a fundação para contextualizar uma oportunidade distributiva para planejamento, resolução de problemas e tomada de decisão. Nesse sentido, Tsou (2006) complementa que a possibilidade de comunicação entre agentes em campo e uma base georreferenciada traz múltiplos benefícios. Os tomadores de decisão se beneficiam com informação em tempo real, enquanto o pessoal

de campo tem uma resposta mais rápida dos níveis acima.

Gioielli (2006) apresenta o conceito de *base viva* como aquela que possibilita a inserção contínua de novos dados geográficos e informações associadas a eles, e dissemina estas inserções na forma de contribuições ao conteúdo da base. Nesse contexto, *base consolidada* é a estabelecida para o domínio da aplicação, com qualidade adequada ao seu contexto de uso. A *base viva* tem conceito voltado para o trabalho cooperativo. Para Bricklin (2001), as bases de dados mais interessantes são aquelas criadas de forma manual. Como exemplo, ele cita as resenhas de livros do *site* Amazon.com, elaboradas tanto por funcionários como por clientes. Quando o Amazon.com abriu essa oportunidade de criar resenhas para seus clientes, conseguiu agregar valor à sua base de dados sobre livros sem trabalho extra, e com um custo operacional reduzido.

Web 2.0 é um termo cunhado para se referir ao progresso substancial atingido recentemente por páginas e portais na Web (López-de-Ipiña et al., 2006). Esse termo é definido por O'Reilly (2006) como uma mudança de paradigmas na indústria da computação, em que os aplicativos se tornam melhores à medida que mais pessoas passa a utilizá-los. Essa mudança na forma como a Web é vista por desenvolvedores e usuários tem seus próprios padrões de projeto. Entre esses padrões merece destaque o *Users Add Value*, que consiste em permitir que os usuários agreguem valor à aplicação ou ao *site* (O'Reilly, 2005). Contudo, convém lembrar que conteúdo participativo não é uma idéia nova e revolucionária da Web 2.0 (Wikipedia, 2007), mas ganhou importância nos últimos anos.

Um dos problemas relacionados ao trabalho participativo está na validade do dado fornecido pelos usuários. De acordo com Mason e Dragicevic (2006), o Community Mapping Network (CMN) é um serviço que provê a integração de informações sobre recursos ambientais na província British Columbia, Canadá. O CMN possui uma infraestrutura que permite compartilhar e atualizar o conhecimento ambiental. As contribuições dos usuários à essa base de conhecimento são verificados por uma equipe do CMN. Outros procedimentos para garantir a qualidade da informação são o treinamento dos usuários finais e a correlação das contribuições com orto-imagens e

sobreposição de mapas. Os procedimentos de garantia de qualidade asseguram que novas informações sobre conhecimento sejam completamente integradas com os sistemas existentes (Mason e Dragicevic, 2006).

3 Problema e questão principal

3.1 Definição do problema

Para auxiliar na compreensão do problema apresentado neste trabalho, pode-se imaginar um cenário no qual bases de dados independentes possam ser integradas de forma a propiciar melhores serviços a seus usuários. Um cenário possível será apresentado nos parágrafos seguintes.

Um cidadão, após ver notícias sobre desmatamento e queimadas, decide acompanhar as mudanças ambientais na região em que reside. Após uma rápida busca na Internet, ele descobre os *sites* dos sistemas de monitoramento ambiental operados pelo INPE. Para saber quanto foi desmatado no último ano, ele usa o PRODES. Usa o DETER se quiser acompanhar eventos de desmatamento com periodicidade menor. Checa diariamente no BDQueimadas os focos de calor em sua região. No *site* do PROARCO, ele descobre que uma floresta explorada comercialmente tem três vezes mais biomassa combustível do que a floresta primária. Agora sua pergunta é: “quais foram as áreas desmatadas em abril e queimadas em maio?”.

Uma solução possível é o INPE manter um banco de dados com todas as informações possíveis de seus sistemas de monitoramento, o que, em certos casos, pode ser difícil de implementar, inviável até. Uma outra solução possível seria o uso de uma camada de mediação entre as diversas bases de dados, sem a necessidade de replicar as informações originais. O resultado seria um ponto único de acesso aos serviços, mantendo a independência das bases originais.

Continuando com este exemplo, um outro morador da região, passando por uma estrada, vê uma madeireira abrindo uma picada na floresta para a extração de madeira.

Utilizando um equipamento que agrega funções de posicionamento por satélite e fotografias digitais num telefone celular, ele registra uma imagem das atividades madeireiras e publica essa informação no sistema de monitoramento participativo do INPE. Algum tempo depois, o primeiro cidadão acessa o *site* do DETER e identifica três novos eventos de desmatamento em sua região. Então ele solicita ao sistema as últimas contribuições dos usuários sobre aquela área, e percebe que as clareiras apontadas pelo DETER estão próximos do local onde o outro morador registrou a presença de uma madeireira. As contribuições dos usuários são úteis não só para quem gerencia ou fiscaliza o funcionamento dos serviços, como também para quem efetivamente utiliza esses serviços.

Baseado no cenário descrito, o problema que este trabalho procura resolver é a integração de fontes de dados heterogêneas, de forma a possibilitar a consulta e inserção de dados por parte dos usuários, numa situação de conectividade.

3.2 Questão principal

Com base no cenário descrito, a questão principal que este trabalho procura responder pode ser assim formulada: como integrar sistemas construídos sobre bases de dados geográficos heterogêneas, possibilitando consultas distribuídas e incorporar dados fornecidos por diferentes tipos de usuários, sem impactar as bases consolidadas?

Partindo desta questão, a hipótese adotada para este trabalho estabelece que utilizar uma estratégia de integração de bases de dados apoiada em uma arquitetura mediada, em conjunto com o emprego de padrões abertos especificados pelo OGC, configuram uma solução adequada para integrar fontes de dados geográficos heterogêneas sem alterar os sistemas em operação, e possibilitar graus de interação em níveis diferenciados para seus usuários.

Esta hipótese aponta um caminho para a construção da interoperabilidade entre sistemas heterogêneos em operação sem interrupção de seus serviços. Trabalhos anteriores nessa direção procuraram definir interfaces próprias para as consultas distribuídas, não

utilizando as capacidades oferecidas pelas interfaces do OGC. Ademais, o foco desses trabalhos é a consulta às fontes de dados, sem levar em conta a interação dos usuários ou a modificação de dados existentes na camada de adaptação.

A questão principal deste trabalho pode ser dividida em unidades menores. O objetivo dessa divisão é construir unidades de pesquisa, destinadas a definir marcos para o acompanhamento do trabalho como um todo:

- a) Como integrar fontes de dados heterogêneas? A hipótese adotada aponta que essa integração deve ser alcançada através de uma arquitetura mediada.
 - a.1) Se a arquitetura é mediada, como ficam as camadas? A camada de adaptação será ocupada pela interface WFS; a camada de mediação será desenvolvida; e a camada cliente poderá ser qualquer aplicativo que compreenda a interface WFS.
 - a.2) Qual é a estratégia adotada para montar as consultas distribuídas? Inicialmente pode-se adotar a hipótese de que a estratégia de dois-passos é suficiente para alcançar esse objetivo.
- b) Como os usuários podem contribuir com a base? A interface WFS-T provê as operações para inserção de dados em uma base geográfica.
 - b.1) Quais são os dados oriundos da participação dos usuários? Esta resposta será encontrada após uma pesquisa à equipe responsável pelos atuais sistemas de monitoramento. Em princípio pode-se trabalhar com textos, fotografias digitais, vídeos e *sites*.
 - b.2) Quais são os diferentes níveis de acesso? Acredita-se que quatro níveis de acesso são suficientes para classificar os usuários: administradores do sistema, agentes de órgãos públicos, usuários cadastrados e usuários anônimos.
 - b.3) Se utilizar WFS-T, como realizar a autenticação dos usuários e manutenção desse estado?

4 Metodologia

4.1 Fases do trabalho

O presente trabalho pode ser dividido em três fases:

- a) **Pesquisar literatura e definir arquitetura:** consiste no desenho e especificação do protótipo;
- b) **Implementar protótipo:** será utilizado para provar os conceitos apresentados e demonstrar os resultados;
- c) **Avaliar resultados:** da análise dos resultados poderão surgir sugestões para acrescentar às especificações OGC práticas de interação com os usuários.

4.2 Plano de trabalho

Para atingir os objetivos descritos na seção 1.2, este trabalho deve seguir o cronograma de atividades apresentado na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Cronograma de atividades.

Atividade	2007				2008			
	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr
Defesa da proposta								
Revisar literatura e definir a arquitetura								
Implementar protótipo								
Avaliar resultados								
Editar texto final								
Defesa da dissertação								
Ajustes indicados pela banca da defesa								

4.3 Resultados esperados

O resultado esperado ao final deste trabalho é uma arquitetura que utiliza interfaces padronizadas para integrar fontes de dados geográficos heterogêneas, abrangendo dados consolidados e contribuições dos usuários. Outro avanço possível é estender as especificações OGC de forma a permitir uma maior interação com os usuários.

Com base na Figura 2.1, pode-se construir uma arquitetura preliminar para este trabalho, que está representada na Figura 4.1.

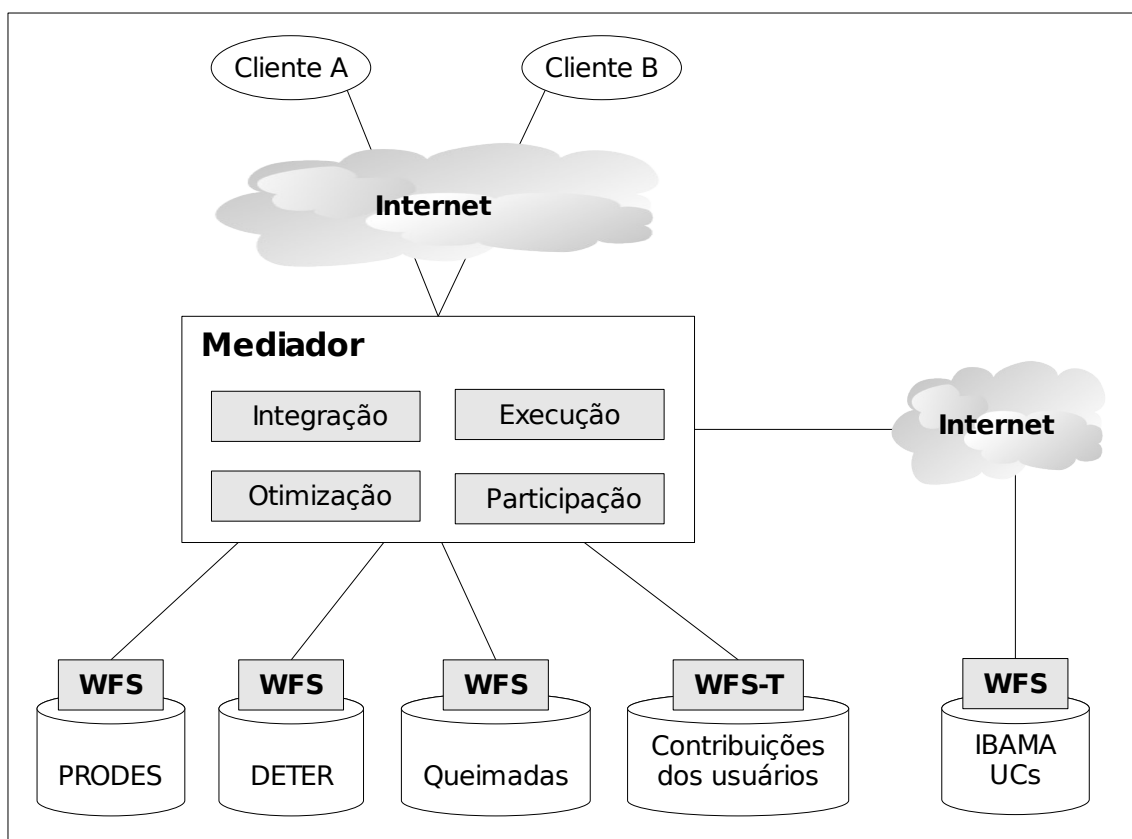


Figura 4.1 – Arquitetura preliminar.

5 Referências bibliográficas

AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA (ADA). **Amazônia Legal: Área de Atuação**. 2007. Disponível em: <http://www.ada.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=40&Itemid=49>. Acesso em: 5 ago. 2007.

ALAMEH, N. Chaining geographic information Web services. **IEEE Internet Computing**, v. 7, n. 5, p. 22-29, 2003.

AMADOR JR., R. **Monitoramento por satélite da Amazônia será mais rigoroso**. 2007. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=96>>. Acesso em: 5 ago. 2007.

ANDERSON, G.; MORENO-SANCHEZ, R. Building Web-Based Spatial Information Solutions around Open Specifications and OpenSource Software. **Transactions in GIS**, v. 7, n. 4, p. 447-466, 2003.

AULICINO, L. C. M. **WISS - serviço Web para segmentação de imagens: especificação e implementação**. 116 p. (INPE-14609-TDI/1189). Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2006.

BALRAM, S.; DRAGICEVIC, S. Collaborative Geographic Information Systems: Origins, Boundaries, and Structures. In: BALRAM, S.; DRAGICEVIC, S. (Ed.). **Collaborative Geographic Information Systems**. Hershey: Idea Group Publishing, 2006. p. 1-23.

BERNERS-LEE, T. **The Mobile Web**. 2007. Disponível em: <<http://www.w3.org/2007/Talks/0222-3gsm-tbl/text>>. Acesso em: 7 jul. 2007.

BOUCELMA, O.; ESSID, M.; LACROIX, Z. A WFS-based mediation system for GIS interoperability. In: ACM INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADVANCES IN

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS, n. 10, 2002, McLean, USA. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2002. p. 23-28.

BRASIL. Decreto de 3 de julho de 2003. **Institui Grupo Permanente de Trabalho Interministerial para os fins que especifica e dá outras providências.** 2003. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/DNN/2003/Dnn9922.htm>. Acesso em: 12 ago. 2007.

BRICKLIN, D. **The Cornucopia of the Commons: How to get volunteer labor.** 2001. Disponível em: <<http://www.bricklin.com/cornucopia.htm>>. Acesso em: 17 jul. 2007.

BUSQUIM E SILVA, R. A. **Interoperabilidade na representação de dados geográficos: GEOBR e GML 3.0 no contexto da realidade dos dados geográficos no Brasil.** 146 p. (INPE-10295-TDI/914). Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

CÂMARA, G.; VALERIANO, D. M.; SOARES, J. V. **Metodologia para o Cálculo da Taxa Anual de Desmatamento na Amazônia Legal.** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2006. 24 p.

CASANOVA, M. A.; BRAUNER, D. F.; CÂMARA, G.; LIMA JR., P. O. Integração e interoperabilidade entre fontes de dados geográficos. In: CASANOVA, M. A.; CÂMARA, G.; DAVIS JR., C. A.; VINHAS, L.; QUEIROZ, G. R. (Ed.). **Bancos de dados geográficos.** Curitiba: MundoGEO, 2005. p. 317-352.

CHAWATHE, S. S.; GARCIA-MOLINA, H.; HAMMER, J.; IRELAND, K.; PAPAKONSTANTINOU, Y.; ULLMAN, J. D.; WIDOM, J. The TSIMMIS Project: Integration of Heterogeneous Information Sources. In: MEETING OF THE INFORMATION PROCESSING SOCIETY OF JAPAN, n. 10, 1994, Tokyo, Japan. **Proceedings...** Tokyo: IPSJ, 1994. p. 7-18.

COORDENAÇÃO-GERAL DE OBSERVAÇÃO DA TERRA (OBT/INPE). **Projeto**

PRODES Digital - 2000 a 2006. 2007a. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodesdigital/ajuda.html>>. Acesso em: 28 jul. 2007.

COORDENAÇÃO-GERAL DE OBSERVAÇÃO DA TERRA (OBT/INPE). **Sistema de DEteccção de desmaTamentos em Tempo Real.** 2007b. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/deter/ajuda1.html>>. Acesso em: 28 jul. 2007.

COX, S.; DAISEY, P.; LAKE, R.; PORTELE, C.; WHITESIDE, A. (Ed.). **OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Implementation Specification.** Version: 3.1.0, OGC 03-105r1. Wayland: Open Geospatial Consortium, 2004. 601 p. Disponível em: <http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=4700>. Acesso em: 23 jul. 2007.

DAVIS JR., C. A.; SOUZA, L. A.; BORGES, K. A. V. Disseminação de dados geográficos na Internet. In: CASANOVA, M. A.; CÂMARA, G.; DAVIS JR., C. A.; VINHAS, L.; QUEIROZ, G. R. (Ed.). **Bancos de dados geográficos.** Curitiba: MundoGEO, 2005. p. 353-378.

DIVISÃO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS (DPI/INPE). **BDQueimadas - Monitoramento de Focos.** 2007. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/ajuda1.html>>. Acesso em: 28 jul. 2007.

ESSID, M.; BOUCELMA, O.; COLONNA, F.; LASSOUED, Y. Query processing in a geographic mediation system. In: ANNUAL ACM INTERNATIONAL WORKSHOP ON GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS, n. 12, 2004, Washington DC, USA. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2004. p. 101-108.

FALLSIDE, D. C.; WALMSLEY, P. (Ed.). **XML Schema Part 0: Primer.** [S.l.]: World Wide Web Consortium, 2004. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/2004/RECxmldata-0-20041028/>>. Acesso em: 26 jul. 2007.

FENSEL, D.; BUSSLER, C. The Web Service Modeling Framework WSMF. **Electronic Commerce Research and Applications**, v. 1, n. 2, p. 113-137, 2002.

GIOIELLI, F. L. P. **Tecnologias e padrões abertos para o domínio geográfico na Web: um estudo em ecoturismo**. 96 p. (INPE-13779-TDI/1053). Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2006.

GOUVEIA, C.; FONSECA, A.; CONDESSA, B.; CÂMARA, A. Citizens as mobile nodes of environmental collaborative monitoring networks. In: DRUMMOND, J.; BILLEN, R.; JOÃO, E.; FORREST, D. (Ed.). **Dynamic and mobile GIS: investigating changes in space and time**. Boca Raton: CRC Press, 2006. p. 237-262.

GRUPO PERMANENTE DE TRABALHO INTERMINISTERIAL - AMAZÔNIA LEGAL (GPTI). **Plano de Ação Para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal**. Brasília: Casa Civil/Presidência da República, 2004. 156 p. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/casacivil/desmat.pdf>>. Acesso em: 2 ago. 2007.

GUPTA, A.; MARCIANO, R.; ZASLAVSKY, I.; BARU, C. Integrating GIS and Imagery through XML-Based Information Mediation. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON INTEGRATED SPATIAL DATABASES: DIGITAL IMAGES AND GIS, 1999, Portland, USA. **Proceedings...** Berlin: Springer, 1999. p. 211-234.

GUPTA, A.; ZASLAVSKY, I.; MARCIANO, R. Generating Query Evaluation Plans within a Spatial Mediation Framework. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPATIAL DATA HANDLING, n. 9, 2000, Beijing, China. **Proceedings...** [S.l.]: IGU/GISc, 2000.

HAAS, H. **Web Services Activity: History**. 2007. Disponível em: <<http://www.w3.org/2002/ws/history.html>>. Acesso em: 24 ago. 2007.

HERRING, J. R. (Ed.). **OpenGIS® Implementation Specification for Geographic information - Simple feature access - Part 1: Common architecture**. Version: 1.2.0, OGC 06-103r3. Wayland: Open Geospatial Consortium, 2006. 95 p. Disponível em:

<http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=18241>. Acesso em: 6 ago. 2007.

INMON, W. H. **Building the Data Warehouse**. 4th ed. Indianapolis: Wiley, 2005. 576 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Publicação do PROARCO**. 2007. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/proarco/apresentacao.htm>>. Acesso em: 5 ago. 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Plano Diretor do INPE 2007-2011**. 2007. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/Plano_Diretor_2007-2011_v2.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2007.

JANKOWSKI, P.; NYERGES, T. GIS-Supported Collaborative Decision Making: Results of an Experiment. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 91, n. 1, p. 48-70, 2001.

KINTISCH, E. Improved Monitoring of Rainforests Helps Pierce Haze of Deforestation. **Science**, v. 316, n. 5824, p. 536-537, 2007.

KOSSMANN, D. The state of the art in distributed query processing. **ACM Computing Surveys**, v. 32, n. 4, p. 422-469, 2000.

LITWIN, W.; MARK, L.; ROUSSOPOULOS, N. Interoperability of multiple autonomous databases. **ACM Computing Surveys**, v. 22, n. 3, p. 267-293, 1990.

LÓPEZ-DE-IPÍÑA, D.; GARCÍA-ZUBIA, J.; ORDUÑA, P. Remote Control of Web 2.0-Enabled Laboratories from Mobile Devices. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON E-SCIENCE AND GRID COMPUTING, n. 2, 2006, Amsterdam, Netherlands. **Proceedings...** Los Alamitos: IEEE Computer Society, 2006. p. 123.

LU, C. T.; DOS SANTOS, R. F.; SRIPADA, L. N.; KOU, Y. Advances in GML for

Geospatial Applications. **GeoInformatica**, v. 11, n. 1, p. 131-157, 2007.

MASON, B. C.; DRAGICEVIC, S. Web GIS and Knowledge Management Systems: An Integrated Design for Collaborative Community Planning. In: BALRAM, S.; DRAGICEVIC, S. (Ed.). **Collaborative Geographic Information Systems**. Hershey: Idea Group Publishing, 2006. p. 263-284.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **As ações do ministério para cuidar da biodiversidade brasileira**. 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/imprensa/_arquivos/revista_mma.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2007.

NEBERT, D.; WHITESIDE, A.; VRETANOS, P. A. (Ed.). **OpenGIS® Catalogue Services Specification**. Version 2.0.2, OGC 07-006r1. Wayland: Open Geospatial Consortium, 2007. 218 p. Disponível em: <http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=20555>. Acesso em: 6 ago. 2007.

NEWCOMER, E. **Understanding Web Services: XML, WSDL, SOAP and UDDI**. Indianapolis: Addison-Wesley Professional, 2002. 368 p.

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC). **About OGC**. 2007a. Disponível em: <<http://www.opengeospatial.org/ogc>>. Acesso em: 6 ago. 2007.

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC). **Implementations by Specification**. 2007b. Disponível em: <<http://www.opengeospatial.org/resource/products/byspec>>. Acesso em: 12 ago. 2007.

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC). **OGC History (abbreviated)**. 2007c. Disponível em: <<http://www.opengeospatial.org/ogc/history>>. Acesso em: 24 ago. 2007.

O'REILLY, T. **What Is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software**. 2005. Disponível em: <<http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>>. Acesso em: 16 jul. 2007.

O'REILLY, T. **Web 2.0 Compact Definition: Trying Again**. 2006. Disponível em: <http://radar.oreilly.com/archives/2006/12/web_20_compact.html>. Acesso em: 28 jul. 2007.

SHIMABUKURO, Y. E.; DUARTE, V.; MOREIRA, M. A.; ARAI, E.; RUDORFF, B. F. T.; ANDERSON, L. O.; SANTO, F. D. B. E.; FREITAS, R. M.; AULICINO, L. C. M.; MAURANO, L. E. P.; ARAGÃO, J. R. L. **Deteção de áreas desflorestadas em tempo real: conceitos básicos, desenvolvimento e aplicação do projeto DETER**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005. 63 p.

SMITH, J. B. **Collective Intelligence in Computer-Based Collaboration**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1994. 264 p.

SMITH, J.; WATSON, P.; GOUNARIS, A.; PATON, N. W.; FERNANDES, A. A. A.; SAKELLARIOU, R. Distributed Query Processing on the Grid. **International Journal of High Performance Computing Applications**, v. 17, n. 4, p. 353-367, 2003.

SOARES, H. R.; MEDEIROS, C. M. B. Integrando Sistemas Legados a Bancos de Dados Heterogêneos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BANCO DE DADOS, n. 14, 1999, Florianópolis. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 1999. p. 411-425.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO (SBC). **Grandes Desafios da Pesquisa em Computação no Brasil - 2006-2016**. 2006. Disponível em: <<http://www.sbc.org.br/index.php?language=1&content=downloads&id=272>>. Acesso em: 13 ago. 2007.

SONNET, J. (Ed.). **OWS 2 Common Architecture: WSDL SOAP UDDI**. Version 1.0.0, OGC 04-060r1. Wayland: Open Geospatial Consortium, 2005. 76 p. Disponível em: <http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=8348>. Acesso em: 25 ago. 2007.

TSOU, M. Bridging the Gap: Connecting Internet-Based Spatial Decision Support Systems to the Field-Based Personnel with Real Time Wireless Mobile GIS Applications. In: BALRAM, S.; DRAGICEVIC, S. (Ed.). **Collaborative Geographic Information Systems**. Hershey: Idea Group Publishing, 2006. p. 316-340.

VALERIANO, D. M.; SHIMABUKURO, Y. E.; DUARTE, V.; ANDERSON, L. O.; ESPÍRITO-SANTO, F.; ARAI, E.; MAURANO, L. E.; SOUZA, R. C.; FREITAS, R. M.; AULICINO, L. Detecção do desflorestamento da Amazônia Legal em tempo real - Projeto DETER. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, n. 12, 2005, Goiânia, Brasil. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 3403-3409.

VALERIANO, D. M. **Contratação de Serviço de Desenvolvimento e Operação do Sistema para Monitoramento e Análise do Desflorestamento na Amazônia Legal - TerraAmazon-II**. 2007. Comunicação pessoal.

VRETANOS, P. A. (Ed.). **OpenGIS® Filter Encoding Implementation Specification**. Version: 1.1.0, OGC 04-095. Wayland: Open Geospatial Consortium, 2005a. 40 p. Disponível em: <http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=8340>. Acesso em: 23 jul. 2007.

VRETANOS, P. A. (Ed.). **Web Feature Service Implementation Specification**. Version 1.1.0, OGC 04-094. Wayland: Open Geospatial Consortium, 2005b. 131 p. Disponível em: <http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=8339>. Acesso em: 23 jul. 2007.

VRETANOS, P. A. (Ed.). **Geography Markup Language (GML) simple features profile**. Version: 1.0, OGC 06-049. Wayland: Open Geospatial Consortium, 2006. 117 p. Disponível em: <http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=15201>. Acesso em: 23 jul. 2007.

WHITESIDE, A. (Ed.). **OGC Web Services Common Specification**. Version: 1.1.0 with Corrigendum 1, OGC 06-121r3. Wayland: Open Geospatial Consortium, 2007. 167

p. Disponível em: <http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=20040>. Acesso em: 26 jul. 2007.

WIEDERHOLD, G. Mediators in the architecture of future information systems. **Computer**, v. 25, n. 3, p. 38-49, 1992.

WIEDERHOLD, G.; GENESERETH, M. The conceptual basis for mediation services. **IEEE Expert**, v. 12, n. 5, p. 38-47, 1997.

WIKIPEDIA, **Web 2.0**. 2007. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Web_2.0&oldid=6874504>. Acesso em: 27 jul. 2007.