



TRILHA PRINCIPAL

Modelo Ontológico e Arquitetura para uma Infraestrutura de Dados Espaciais Sensível ao Contexto para a Copa do Mundo de 2014

Wellington M. de Oliveira, Jugurta Lisboa Filho, Alcione de P. Oliveira, João R. M. de Oliveira e Wagner D. de Souza

Resumo - Em grandes eventos esportivos como a Copa do Mundo de 2014, há uma demanda eminente por sistemas de informação que sejam capazes de fornecer para o usuário, informações úteis, como a localização de jogos, coletivas, treinos ou de uma determinada estrutura física para sua acomodação e alimentação, além de mostrar melhores rotas para estes lugares. Porém, o enorme volume de informações, referentes aos eventos e à própria infraestrutura das cidades sede da Copa, dificultam a busca por informações que estejam diretamente relacionadas com um determinado usuário em particular. As Infraestruturas de Dados Espaciais visam a garantia de um maior acesso, disponibilidade e intercâmbio de informações geográficas. Esta abordagem, em conjunto com o mapeamento de conceitos ontológicos do ambiente em que o usuário se encontra, permite oferecer informações pertinentes ao seu contexto. O presente trabalho apresenta uma proposta de união entre estas duas abordagens visando oferecer ao usuário uma infraestrutura que não considere apenas os dados de entrada de uma consulta, mas também seja capaz de refiná-la e até antecipar informações, respeitando seu ambiente, interesse, individualidade e que utilize o seu conhecimento geográfico como fonte de novas informações.

Palavras-chave - IDE, Informações de Contexto, Ontologia, VGI, Copa do Mundo.

Abstract - In large sporting events like the World Cup in 2014, there is an imminent demand for information systems that are able to deliver to the user, useful information such as the location of games, conferences, training or a particular physical structure for their accommodation and feeding, besides showing the best routes to these places. However, the huge volume of information, concerning the events and to the own infrastructure of the World Cup host cities, hamper the search for information that is directly related to a determined user in particular. The Spatial Data Infrastructures aimed at ensuring greater access, availability and exchange of geographic information. This approach, together with the mapping of ontological concepts of the environment where the user is, allow us to provide information relevant to their context. This paper presents a proposed union between these two approaches in order to offer the user an infrastructure that not only consider the simple input of a query, but also be able to refine it and even anticipate information, respecting their

environment, interest, individuality and that uses your geographic knowledge as a source of new information.

Index Terms - SDI, Context Information, Ontology, VGI, World Cup.

I. INTRODUÇÃO

A Copa do Mundo de 2014, assim como outros grandes eventos esportivos mundiais, como as Olimpíadas, reúne milhões de pessoas das mais diversas culturas e nacionalidades. Nos países em que estes eventos são sediados, há um grande esforço do governo e da iniciativa privada em oferecer a melhor infraestrutura para a sua realização. A infraestrutura requerida contempla não somente a construção e ampliação de estádios, centros de treinamento ou concentração, mas também uma estrutura adequada que suporte a recepção de milhares de turistas e profissionais de diferentes áreas vindos de todas as regiões do país e do exterior.

Para a Copa do Mundo de 2014, que será realizada no Brasil, o governo brasileiro prevê um investimento em torno de 47 bilhões de reais para atender as demandas de infraestrutura física [1]. Este planejamento inclui a modernização de aeroportos, estádios de futebol, telecomunicações, segurança, treinamento profissional, mobilidade urbana, energia e saúde. Estima-se que todo este investimento gerará ainda um impacto indireto de 185 bilhões de reais [1].

Além de toda a infraestrutura física necessária há uma demanda, não menor e nem menos importante, por sistemas de informação que utilizem dados referentes à Copa do Mundo de 2014 para fornecer algum tipo de benefício aos usuários. Tais dados e informações não se limitam apenas à programação dos jogos, treinamentos ou tabelas de classificação, mas também àquelas informações ligadas indiretamente ao evento como transporte, acomodação, comunicação, etc. Analisando estas informações em nível de classe pode-se observar a presença constante de um atributo fundamental - a localização - e de um importante relacionamento destas classes de informação com a

sua relevância para cada usuário num determinado contexto em particular.

No tocante à localização, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) constituem uma abordagem para a manipulação, análise e tratamento de dados georeferenciados.

Por outro lado, as Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE) permitem uma maior disseminação dos dados produzidos e organizados com o auxílio de SIGs. As IDEs integram catálogos de metadados padronizados, contendo uma descrição detalhada dos dados geográficos, que permite maior acesso e compartilhamento dos dados espaciais.

Sob a perspectiva do usuário, as informações podem ter um valor maior ou menor de acordo com o ambiente em que ele está inserido. Uma informação relevante para determinado usuário pode ser mapeada através de ontologias que representam os conceitos gerais ou específicos de um domínio através de classes. Isto torna possível a constituição de um modelo arquitetural sensível ao contexto, onde cada usuário pode ter um acesso personalizado, de acordo com o contexto onde ele se encontra. Isto evita o esforço desnecessário e cansativo por parte do usuário, em obter informações dentro de diversos domínios que não fazem parte de seu ambiente, garantindo uma maior satisfação ao usuário.

A denominação “Copa do Mundo de 2014” é a expressão mais difundida e conhecida no Brasil. Assim ela foi utilizada neste trabalho em substituição ao termo “Copa do Mundo da FIFA de 2014”, que é o padrão de nomenclatura oficial da FIFA, obrigatório para questões de marketing de produtos e serviços, conforme seu site oficial (www.fifa.com). Apesar da abrangência deste trabalho quanto a sua aplicação a futuras edições da Copa do Mundo, o ano da realização da próxima edição do evento foi informado para enfatizar a importância e atualidade do estudo realizado.

Este artigo descreve uma proposta de uma IDE sensível ao contexto para servir de apoio aos usuários de sistemas de informação geoespaciais direcionados à Copa do Mundo de 2014. Também é apresentado um modelo ontológico que é usado para contextualizar o usuário ao ambiente da Copa do Mundo.

O restante do artigo está organizado como segue. A Seção 2 descreve alguns trabalhos relacionados ao tema. A Seção 3 apresenta a proposta de arquitetura de IDE sensível ao contexto com o modelo ontológico, o geoportal e seus componentes. Algumas considerações finais e trabalhos futuros são descritas na Seção 4.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

O desenvolvimento de uma IDE envolve elementos técnicos e não técnicos para o intercâmbio, distribuição e compartilhamento de dados espaciais, num processo progressivo de negociações e alinhamentos entre atores heterogêneos, dentro de um contexto específico [2]. Uma IDE não é algo que se possa entregar como um produto acabado ou um artefato, pelo contrário ela deve ser considerada como um

processo em desenvolvimento [2].

As IDEs tem oferecido suporte a inúmeros projetos e empreendimentos, onde o uso e a facilidade do acesso às informações espaciais e seus serviços associados são os principais requisitos. Uma IDE detém dados de múltiplos fornecedores e os distribui de forma transparente pela rede [3].

IDEs podem atender a diferentes níveis: global, nacional, regional ou local [4]. No Brasil existem muitas iniciativas regionais e locais de IDEs. No nível nacional, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) é definida como:

“Conjunto integrado de tecnologias; políticas; mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento; padrões e acordos, necessários para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal” [5].

INDE é mantida pela Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) e dispõe de diversas informações espaciais sobre o território brasileiro, documentadas por meio de metadados,

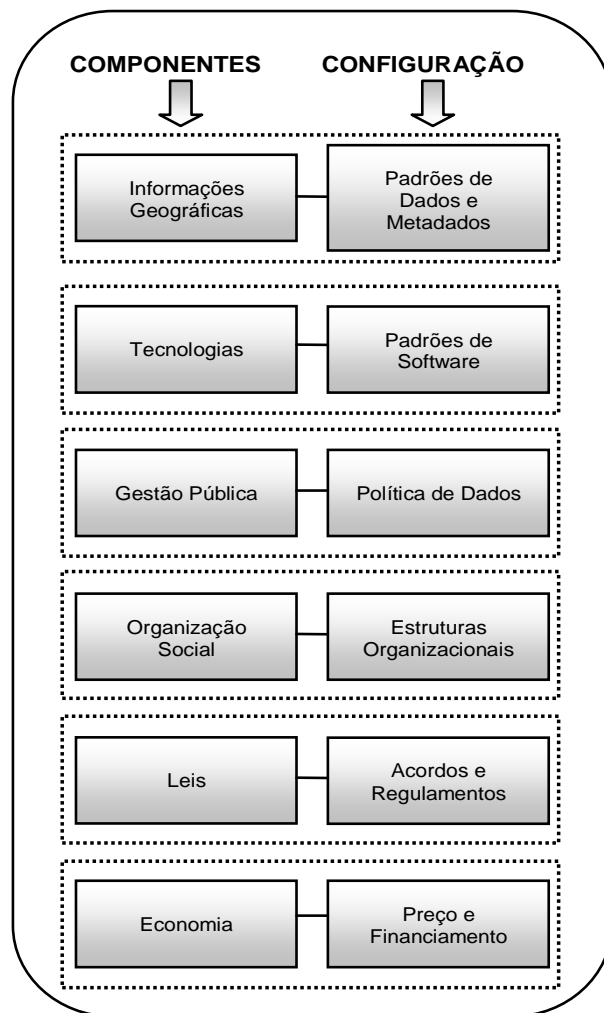


Fig. 1. Componentes de uma IDE (Adaptado de [6]).

ou seja, dados sobre dados [7]. Estes metadados seguem o

Perfil MGB (Metadados Geográficos Brasileiro) em conformidade com a norma ISO 19115:2003 e seu catálogo é gerenciado por um sistema *open source* denominado Geonetwork.

A figura 1 exibe os componentes e configuração de uma IDE. Dentre os vários componentes das IDEs mostrados na figura 1, um deles ocupa uma posição de destaque por ser a base de toda IDE: Informações Geográficas. As informações geográficas incluem elementos antrópicos, informação ambiental, medidas da qualidade do ar, nomes de lugares, informação cultural, etc.

As informações geográficas nem sempre podem ser capturadas, como por exemplo, por meio de imagens de sensoriamento remoto. A informação geográfica fornecida voluntariamente pelos usuários ou *Volunteered Geographic Information* (VGI) apresenta-se como uma solução com maior cobertura, pois ela conta com mais de 6 bilhões de sensores: toda população terrestre espalhada por todo o globo [8].

Um bom exemplo de uso de VGI é o *Open Street Map* (<http://www.openstreetmap.org/>) que tem dezenas de milhares de fontes fornecidas por cidadãos com ou sem experiência anterior em informação geográfica. Ainda faltam mecanismos que garantam a qualidade destas informações, removam os erros e constituam algum nível de confiança, por outro lado o voluntariado se mostra como a única solução para o declínio no fornecimento de informações geográficas com recursos governamentais no mundo inteiro [8].

Na criação de uma infraestrutura que leve em consideração as preferências e o ambiente do usuário, que é o objetivo deste trabalho, é necessário fazer uso do mapeamento dos elementos que envolve a Copa do Mundo através de uma ontologia. De acordo com Gruber [9], do ponto de vista da Ciência da Computação, ontologia “é uma especificação formal explícita de um conceito compartilhado”. Este tipo de mapeamento é imprescindível para modelar o domínio da Copa do Mundo, permitindo ao usuário a obtenção de informações geográficas de seu interesse.

De acordo com Kokar [10], a computação baseada em ontologia, recentemente, tem mostrado uma tendência a desenvolver um modelo de processos de informações de contexto com base em computador. Atualmente, algumas linguagens têm sido padronizadas para formalizar ontologias. As linguagens da Web Semântica como a RDF (*Resource Description Framework*) e a OWL (*Web Ontology Language*), que é baseada na RDF, suportam a lógica para formalizar ontologias [10]. A OWL é padronizada pela W3C e tem sido amplamente utilizada como uma linguagem de formalização de conceitos ontológicos [11].

Uma IDE além fornecer o acesso a dados também oferece diversos serviços, desde uma simples consulta a um metadado a serviços de geoprocessamento, como a exibição de mapas e localização de entidades baseada em coordenadas. Para garantir que estes serviços estejam disponíveis a um número maior de pessoas e sistemas de forma distribuída e

colaborativa faz-se necessário o uso de Web Services. Esta tecnologia não oferece apenas serviços independentes, ela suporta um trabalho colaborativo, onde componentes (Web Services) projetados para um dado serviço podem ser conectados para compor um serviço maior [12].

Visando a interoperabilidade dos serviços de geoprocessamento o *Open Geospatial Consortium* (OGC) padronizou especificações para os serviços Web que manipulam dados e serviços sobre informações geográficas,



Fig. 2. Principais padrões do OGC [15].

conhecido como OWS (OGC Web Service) [13]. Este padrão permite a conexão de vários serviços Web que formam juntos um aplicação dinâmica [12]. A figura 2 ilustra os principais padrões do OGC. São eles: *Web Map Services*, *Web Feature Services* e *Web Coverage Services*.

Existem outros trabalhos que descrevem problemas referentes a grandes eventos, como as Olimpíadas de Pequim. Um exemplo é o trabalho realizado por Weißenberg [14]. Em seu artigo, Weißenberg desenvolve um modelo de contexto para fornecer serviços móveis sensíveis ao contexto para as Olimpíadas de Pequim de 2008.

No trabalho de Lamas [16] é proposto um SIG sensível ao contexto para dispositivos móveis para auxiliar estudantes, professores, funcionários e visitantes a localizar eventos e setores de uma universidade. No seu trabalho foram desenvolvidos modelos e arquiteturas para suportar serviços de localização também baseados no ambiente do usuário.

Barth [17] aborda técnicas utilizadas em sistemas de recomendação para lidar com perfis de usuários. Diferentemente do presente trabalho, que se baseia em modelos ontológicos, Barth faz uso de estereótipos livres para modelagem do sistema de recomendação.

Rodrigues [18] descreve um trabalho sobre uso de SIG no transporte público, no qual apresenta uma proposta de um Sistema de Informação ao Usuário. Este sistema permite que o usuário receba e interaja com um módulo que exibe informações georeferenciadas e contextualizadas sobre o

transporte público, para o seu ambiente geográfico.

A maioria destes trabalhos supracitados trata de SIGs sensíveis ao contexto ou sistemas de recomendação, que podem inclusive ser melhorados e aplicados a outros grandes eventos como a Copa do Mundo de 2014. Porém, nenhum deles faz uso da disponibilidade de dados, serviços ou metadados das IDEs, ou propõe uma IDE temática sensível ao contexto como solução para a demanda por informações espaciais que levem em consideração o ambiente da Copa do Mundo juntamente com as preferências do usuário.

De acordo com Orshoven [19], uma IDE voltada para uma comunidade específica de usuários (por exemplo, turistas e profissionais envolvidos com a Copa do Mundo de 2014) com dados temáticos (informações sobre tal evento) é denominada Infraestrutura de Dados Espaciais Temática (*Thematic Spatial Data Infrastructure - TSDI*).

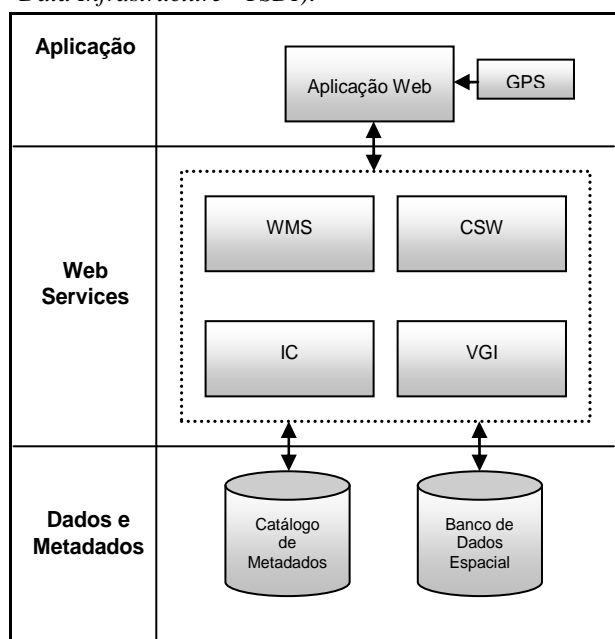


Fig. 3. Arquitetura de uma IDE sensível ao contexto (Adaptado de [20]).

III. MODELO E ARQUITETURA PARA IDEs SENSÍVEIS AO CONTEXTO

A IDE temática deste trabalho propõe a utilização de uma interface de aplicação Web que faz uso de um GPS, e que na sua falta, poderá solicitar ao usuário a definição de sua posição geográfica. O processamento das informações é realizado por serviços Web de acordo com o padrão OGC.

A figura 3 ilustra a arquitetura da IDE em camadas, com seus respectivos componentes, que estão descritos a seguir [20]:

Camada de Aplicação: a camada de aplicação é composta pela aplicação Web e pelo componente de localização GPS.

- Aplicação Web: é composta de uma interface com

suporte a vários idiomas. O usuário poderá se cadastrar seus dados pessoais e preferências. Posteriormente ele poderá autenticar-se obtendo informações sobre sua localização e outros dados pertinentes ao ambiente da Copa do Mundo, como eventos ou serviços ligados à mesma. O usuário pode a qualquer momento atualizar a sua lista de preferências ou fazer buscas sobre outros eventos ou serviços.

Como a aplicação web é por natureza multiplataforma, além de computadores, notebooks e tablets, outros dispositivos móveis como palms e celulares, que contenham navegadores com suporte a HTML e JavaScript, poderão ter acesso à IDE de qualquer lugar onde seja possível uma conexão com a internet.

- GPS (*Global Positioning System*): sistema de posicionamento global que fornece coordenadas geográficas através de um aparelho receptor. Caso o computador, notebook ou dispositivo móvel não possua o GPS, o usuário pode informar via interface sua posição atual.

Camada de Web Services: a camada de Web Services é composta pelo WMS, CSW e VGI.

- WMS (*Web Map Service*): Serviço Web responsável pela exibição dos mapas geográficos.

- CSW (*Catalogue Service for the Web*): Serviço Web responsável pela busca de metadados dentro de um determinado catálogo.

- IC (Informações de Contexto): baseado em um mapeamento ontológico este serviço Web fornece informações pertinentes ao ambiente da Copa do Mundo.

- VGI (*Volunteered Geographic Information*): o usuário poderá a qualquer momento fornecer novas informações sobre um determinado local ou sobre eventos e serviços ligados a uma localização. Para poder “contribuir” ele terá que realizar um cadastro por meio de um formulário online, onde serão coletados dados pessoais para sua validação e posterior acesso. Depois de realizar a devida autenticação o usuário poderá cadastrar informações sobre eventos sobre a Copa do Mundo, bem como dados sobre infraestruturas de suporte como hotéis e restaurantes, informando a localização dentro de um mapa disponível no geoportal. Estes dados são validados e disponibilizados por uma equipe técnica, visando aumentar a base de dados geográficos da Copa do Mundo de 2014.

Camada de Dados e Metadados: esta camada é composta pelo Catálogo de Metadados e pelo Banco de Dados Espacial.

- Catálogo de Metadados: conjunto de metadados que descrevem os dados disponíveis, incluindo descrição de VGI.

- Banco de Dados Espacial: repositório de dados que armazena informações espaciais sobre as localidades onde ocorrerão os eventos da Copa do Mundo de 2014 e também gerencia os dados sobre as preferências de cada usuário.

A. Modelo de Contexto

Para formalizar os conceitos que fazem parte do ambiente da Copa do Mundo foi elaborada uma ontologia de domínio. A formalização realizada gerou um modelo de contexto, aqui denominado OntoCopa. Esta ontologia de domínio dá o suporte necessário à IDE no tratamento das requisições e

preferências dos usuários. No desenvolvimento da ontologia foi utilizada a ferramenta Protégé que oferece serviços de edição, visualização e uso da ontologia [21]. Com base no trabalho de Oliveira [20], a figura 4 exhibe o refinamento da ontologia OntoCopa.

Foram definidas classes e subclasses para cada conceito ligado à Copa do Mundo. Cada uma destas classes e suas relações estão descritas a seguir, utilizando-se como base algumas das categorias da ontologia de nível superior DOLCE (*Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive*



Fig. 4. Modelo de Contexto OntoCopa (Adaptado de [20]).

Engineering), definida por Gangemi [22]:

- Abstrato - classe que corresponde ao conceito de entidades intangíveis. Tem a classe Tempo como subclasse.
- Tempo - classe que representa as mudanças e a sequência

de eventos no espaço. A classe Intervalo é sua subclasse.

- Intervalo - subclasse de Tempo que corresponde à diferença entre um período final e inicial de algum evento.
- Evento - classe que representa algum acontecimento num dado lugar e tempo podendo haver ou não a participação de uma pessoa. Tem como subclasses: Coletiva, Partida_Futebol e Treinamento.
- Coletiva - subclasse da classe Evento que representa o conceito de eventos agendados para um dado momento (Tempo) e lugar (Localização).
- Partida_Futebol - subclasse da classe Evento que representa o conceito de realização de uma competição entre duas equipes de diferentes clubes ou países agendada para um dado momento (Tempo) e lugar (Localização).
- Agente - classe que denomina objetos ativos que executam alguma ação. As classes Agente_Social e Pessoa são suas subclasses.
- Agente_Social - classe que representa atores atuantes no meio social. Tem como subclasses as classes Coletivo e Organização.
- Coletivo - classe que corresponde ao conjunto de agentes sociais. A classe Time_Futebol é sua subclasse.
- Comissao_Tecnica - subclasse de Coletivo que representa o conjunto de auxiliares de um time de futebol.
- TimeFutebol - subclasse de Coletivo que representa o conjunto de jogadores de um mesmo clube ou seleção.
- Organização - classe que representa o conceito de um conjunto de agentes sociais, unidos por propósitos e objetivos em comum.
- Pessoa - classe que representa os seres humanos. A classe Papel é sua subclasse.
- Estrutura_Fisica - classe que corresponde às estruturas para acomodação, alimentação, transporte e lazer para as pessoas. As classes Acomodacao, Estadio, Meio_Transporte e Restaurante são suas subclasses.
- Acomodacao, Estadio, Meio_Transporte e Restaurante - subclasses da classe Estrutura que dão suporte aos visitantes, turistas e profissionais envolvidos como evento da Copa do Mundo.
- Objeto_Social - classe que representa os objetos que desempenham algum papel no mundo social. A classe Papel é sua subclasse.
- Papel - subclasse de Objeto_Social que corresponde às responsabilidades, direitos e deveres de determinada pessoa num dado ambiente. Jogador, Torcedor e Treinador são suas subclasses.
- Jogador - subclasse da classe Papel formada pelos profissionais que atuam numa seleção de um determinado país.
- Torcedor - subclasse da classe Papel que corresponde às pessoas que torcem por um time de futebol e participam dos eventos ligados a ele.
- Treinador - subclasse de Papel que corresponde ao papel do profissional que treina os jogadores de um time de futebol.



Fig. 5. Portal geoCopa com as marcações das cidades-sede.

B. Portal geoCopa

Uma IDE possui um conjunto de tecnologias, serviços, dados e metadados espaciais. Para que todos estes recursos estejam acessíveis aos usuários de forma fácil e simplificada, eles são disponibilizados num geoportal. Os geoportais são Web sites que reúnem e organizam tais recursos geográficos descentralizados através de um conjunto de páginas Web [23].

O geoportal geoCopa, exibido na figura 5, foi desenvolvido para centralizar todos os recursos da IDE da Copa de 2014. Em sua página principal consta o mapa do Brasil com as marcações de cada estado e a cidade que sediará os jogos da Copa do Mundo de 2014. Cada marcação é um link que permite aceder a uma breve descrição de cada cidade e estádio onde acontecerão os jogos.

O geoportal esclarece a definição do problema e a abordagem de solução proposta bem como os objetivos gerais e específicos do trabalho pelo menu “O Projeto”. No menu “A Copa do Mundo” é fornecido informações sobre o evento, o histórico de candidatura do Brasil, a escolha do país-sede, o regulamento da competição e o histórico sobre as outras edições da Copa. Por meio do portal também é possível aceder ao sistema Geonetwork pelo menu “Metadados”, que dá acesso ao catálogo de metadados e aos mapas geográficos no

formato KML (*Keyhole Markup Language*) e *Shapefile*. O serviço de exibição, manipulação e geração de novos mapas pode ser acessado pelo menu “Visualização de Dados”, onde tem-se acesso a uma versão customizada do sistema *open source* I3GEO. Com este sistema também são gerados os serviços de WMS da IDE integrando seu conjunto de informações espaciais com a INDE por meio de uma interface de compartilhamento e uso destes serviços. Por fim, o menu “Contato” apresenta a equipe integrante do projeto.

C. Catálogo de Metadados

A busca e recuperação de informações espaciais é um dos principais objetivos de uma IDE. Para ter acesso a um determinado dado geográfico, mesmo que não se saiba nada sobre ele é necessário descrevê-lo e catalogar esta descrição. Neste sentido os metadados oferecem um maior detalhamento dos dados espaciais. Eles permitem que as informações espaciais possam ser recuperadas de forma facilitada em consultas de termos diversos relacionados aos dados geográficos, por usuários ou profissionais de diferentes domínios e interesses.

Para garantir uma melhor organização e interoperabilidade entre as diversas fontes de dados geográficos espalhados pelo mundo, foram criados diversos padrões de metadados, como o

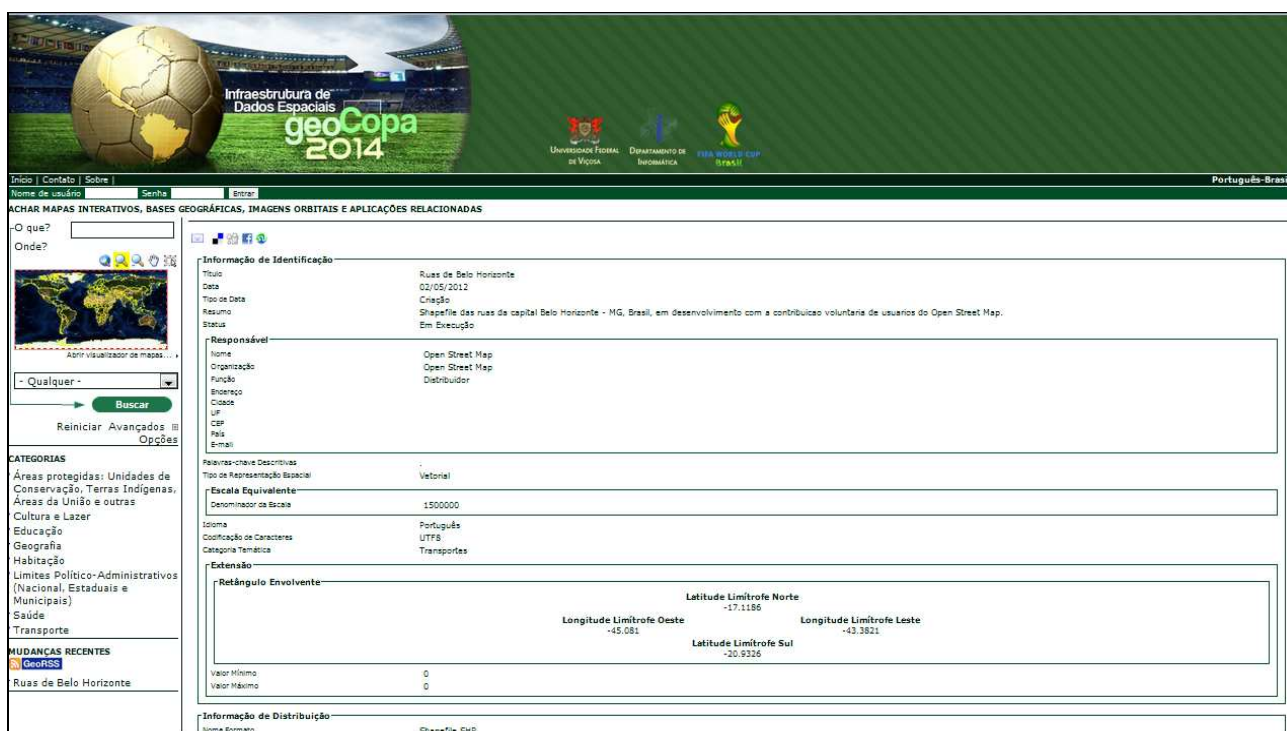


Fig. 6. Gerenciador do Catálogo de Metadados.

ISO19115, o CSDGM (*Content Standard for Digital Geospatial Metadata*) e o perfil de Metadados Geográficos Brasileiro (MGB). Como citado anteriormente, neste trabalho utilizou-se como padrão o perfil MGB e o sistema Geonetwork para gerenciar o conjunto de descrições dos dados, ou seja, o catálogo de metadados. Esta escolha se deve a uma recomendação da INDE tanto no que se refere ao padrão MGB (homologado em 2009 pela CONCAR) quanto à utilização do sistema open source Geonetwork, por ser aderente ao protocolo CSW [7].

A figura 6 exibe a página principal do gerenciador do catálogo de metadados, o Geonetwork, configurado para a IDE da Copa. Além de catalogar os metadados, o Geonetwork permite a realização de consultas sobre os metadados relacionados às informações espaciais da Copa como, por exemplo, a localização das cidades sedes. A pesquisa pode ser feita pelo título, site, resumo, palavras-chave ou até um texto livre, que corresponda a qualquer campo de um determinado metadado.

D. Cadastro de usuários

Para que cada usuário possa receber informações sobre a Copa de acordo com as suas preferências e fazer uso do modelo de contexto, será necessário se cadastrar por meio de um formulário eletrônico disponível no portal geoCopa pelo link “Fazer novo cadastro”. Neste formulário o usuário irá informar em qual perfil ele se enquadra (torcedor, jogador, técnico, etc). Outra informação importante a ser cadastrada é o

raio e o período (em dias) sobre os quais o usuário pretende obter informações relacionadas aos eventos, serviços e infraestruturas ligadas à Copa. Ele também poderá informar qual o seu time preferido e seu idioma. Além de registrar o seu endereço residencial o usuário terá a opção de incluir o local em que ele estará durante a realização da Copa do Mundo. Estas informações permitirão ao sistema entregar informações correlacionadas às suas preferências sob o ambiente da Copa do Mundo mapeada pelo modelo de contexto.

E. Localização e interação com a ontologia

Antes mesmo da autenticação no geoPortal, o sistema indicará a localização do usuário utilizando a API *Geolocation* [24]. Com base nas informações do modelo OntoCopa e das preferências pré-cadastradas, o sistema exibirá caixas de diálogo com informações de eventos e serviços, conforme é exibido na figura 7. Cada entidade do modelo conceitual e lógico projetado para este protótipo foi modelado de acordo com a ontologia OntoCopa proposta. Isto permite que o componente IC (Informações de Contexto) possa realizar buscas no modelo de contexto através da navegabilidade entre as classes do modelo lógico e apresentá-las dentro das caixas de diálogo.

Todas as informações armazenadas no banco de dados são georeferenciadas e aparecem marcadas com um ícone específico no geoportal para diferentes eventos ou serviços, facilitando a sua identificação e a verificação da distância e do tempo de deslocamento até o local dos mesmos. Para verificar

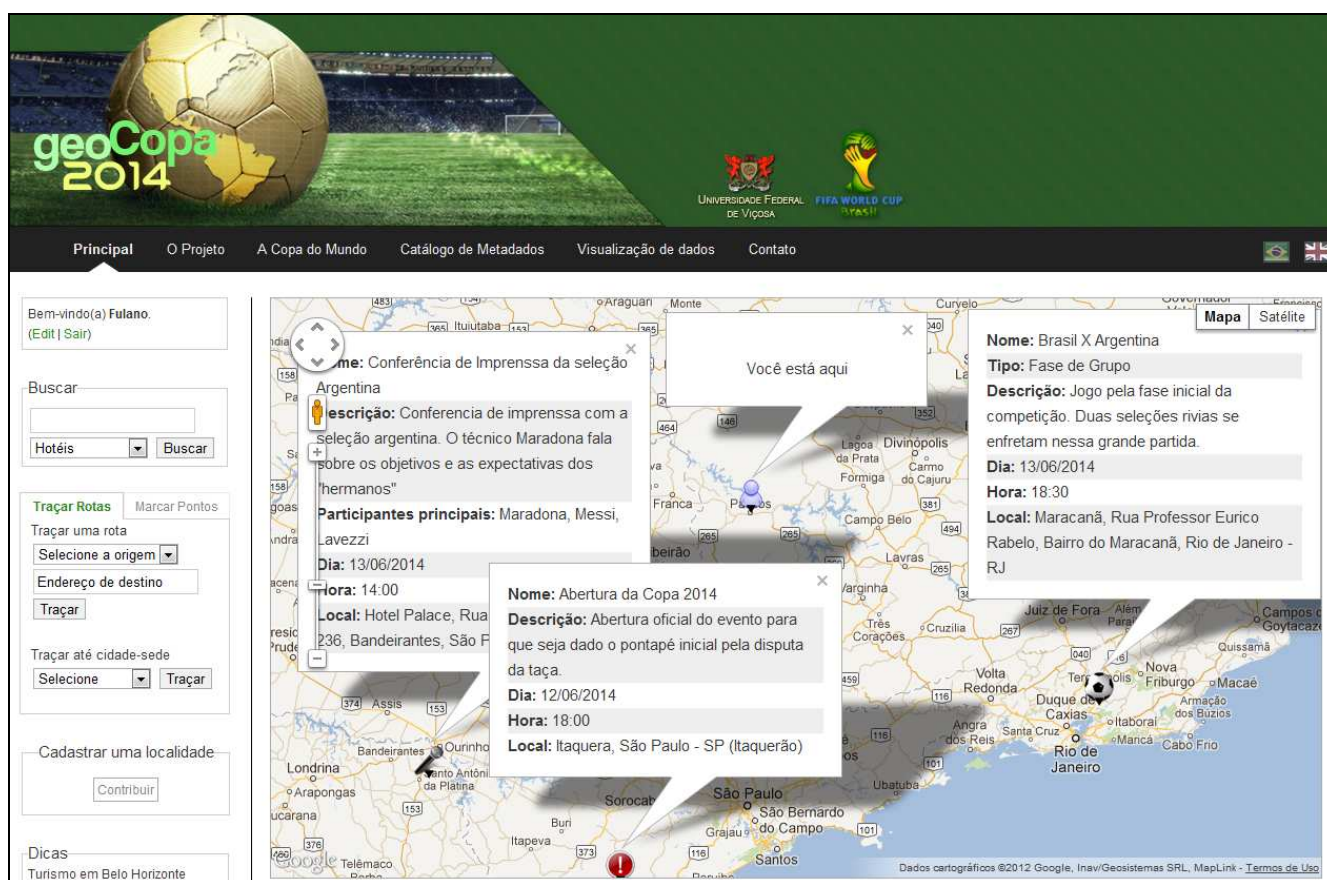


Fig. 7. Informações sobre eventos relacionados ao ambiente da Copa do Mundo e às preferências do usuário.

a distância e o tempo de deslocamento o usuário poderá utilizar a opção “Traçar Rotas” disponível no menu esquerdo desta mesma página. Nesta opção o usuário poderá utilizar uma caixa de seleção que contém as cidades sedes, ou informar um destino descrevendo-o na caixa de texto logo abaixo.

Uma busca direcionada a hotéis, restaurantes, estádios, dentre outras infraestruturas, também está disponível para dar suporte aos usuários visitantes de outros estados ou países.

Os usuários também poderão contribuir voluntariamente marcando pontos conhecidos e descrevendo-os pelo menu “Marcar Pontos” e pelo botão “Contribuir”.

IV. CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou uma proposta de IDE baseada numa arquitetura que integra seus componentes tecnológicos com serviços Web baseado num modelo ontológico e com suporte para VGI, que permite o refinamento das informações e possibilita uma maior interação entre o usuário e a própria IDE.

Levando em consideração o ambiente e as preferências do usuário, o sistema realiza um filtro das informações, repassando apenas dados de seu interesse, por meio de uma

interface Web.

Com as informações de contexto é possível não somente entregar informações pertinentes ao usuário em questão, mas também motivá-lo a contribuir com novas informações geográficas sobre lugares e eventos de seu conhecimento [20]. Assim, a arquitetura e a ontologia da IDE proposta facilitam o acesso e uso das informações espaciais por usuários inexperientes, independentemente de sua nacionalidade ou cultura, e também enriquece o banco de dados espaciais, com informações genuínas, por meio de VGI.

Trabalhos futuros poderão abordar a descrição dos relacionamentos entre as classes da ontologia OntoCopa, a modelagem do banco de dados espacial (de acordo com o modelo de contexto) e da aplicação Web, bem como sua validação por parte do usuário.

O sítio do projeto pode ser acessado pela url: www.ide.ufv.br/geocopa.

AGRADECIMENTOS

Projeto parcialmente financiado pelas agências CNPq, Fapemig e CAPES.

REFERÊNCIAS

- [1] Planalto. Copa do Mundo 2014 terá impacto indireto de R\$ 185 bilhões - prevê ministro. (2011, May). [Online]. Available: <http://blog.planalto.gov.br/copa-do-mundo-2014-tera-impacto-indireto-de-r-185-bilhoes-preve-ministro/>
- [2] E. Man, "Spatial Data Infrastructuring: praxis between dilemmas," *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, vol. 6, pp. 261–289, 2011.
- [3] J. Noguera-Iso, F. J. Zarazaga-Soria, and P. R. Muro Medrano, *Geographic information metadata for spatial data infrastructures*. New York: Springer, 2005.
- [4] SDI Cookbook. (2009, April). [Online]. Available: http://www.gsdidocs.org/GSDIWiki/index.php/Main_Page
- [5] Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008. (2008, November). [Online]. Available: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6666.htm
- [6] E. Dessers, J. Crompvoets, K. Janssen, G. Vancauwenbergh, D. Vandenbroucke, L. Vanhaverbeke, and G. V. Hootegem, "A multidisciplinary research framework for analysing SDI in the context of business processes". *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, vol.7, 2012.
- [7] INDE. Plano de Ação. (2010). [Online]. Available: <http://www.concar.ibge.gov.br/arquivo/PlanoDeAcaoINDE.pdf>
- [8] M. F. Goodchild, "Citizens as Voluntary Sensors: Spatial Data Infrastructure in the World of Web 2.0," *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, vol. 2, pp. 24–32, 2007.
- [9] T. R. Gruber, "Towards principles for the design of ontologies used for knowledge sharing," *International Journal Human-Computer Study*, vol. 43, pp. 907–928, 1995.
- [10] M. M. Kokar, C. J. Mathews, and K. Baclawski, "Ontology-based situation awareness," *Information Fusion*, vol. 10, pp. 83–98, 2009.
- [11] M. Dean and G. Schreiber (Ed). OWL Web Ontology Language Reference. (2004, February). [Online]. Available: <http://www.w3.org/TR/owl-ref>
- [12] A. Doyle, and C. Reed, "Introduction to OGC Web Services," *White Paper*. OGC, 2001.
- [13] OGC. OGC Reference Model - versão 2.0. (2011). [Online]. Available: https://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=47245
- [14] N. Weißenberg, R. Gartman, and A. Voisard, "An Ontology-based Approach to Personalized Situation-aware Mobile Service Supply," *Geoinformatica*, vol. 10, pp 55–90, 2006.
- [15] Padrões OGC. (2010, March). [Online]. Available: <http://blog.geoprocessamento.net/tag/ogc/>
- [16] A. R. Lamas, and J. Lisboa Filho, A. P. Oliveira, and R. M. A. B. Júnior, "A mobile geographic information system managing context-aware information based on ontologies," *Ubiquitous Computing and Communication Journal*, vol. 4, pp. 71–727, 2009.
- [17] F. J. Barth, "Modelando o perfil do usuário para a construção de sistemas de recomendação: um estudo teórico e estado da arte," *Revista de Sistemas de Informação da FSMA*, vol. 6, pp. 59–71, Jul. 2010.
- [18] M. L. Rodrigues, "GIS no Transporte Público Urbano: Aplicações do GIS como suporte aos sistemas de informação ao usuário," *MundoGEO*, vol. 66, pp. 60–61, Jan. 2012.
- [19] J. V. Orshoven, C. Bamps, P. Beusen, M. Hall, K. Janssen, and D. Vandenbroucke, "Spatial Data Infrastructures in Europe: State of Play Spring 2003," *Summary report of Activity 3 of a study commissioned by the EC (EUROSTAT & DGENV) in the framework of the INSPIRE initiative*, K.U. Leuven, 2003.
- [20] W. M. Oliveira, J. Lisboa Filho, and A. P. Oliveira, "A Spatial Data Infrastructure Situation-Aware to the 2014 World Cup," *To appear in 12th International Conference on Computational Science and Its Applications*, LNCS, vol. 7333, Springer, pp. 561–570, 2012.
- [21] H. Knublauch, R. W. Ferguson, N. F. Noy, and M. A. Musen, "The Protégé OWL Plugin: An Open Development Environment for Semantic Web Applications," *In: Third International Semantic Web Conference*, LNCS, vol. 3298, pp. 229–243, Springer, 2004.
- [22] A. Gangemi, N. Guarino, C. Masolo, A. Oltramari, and L. Schneider, "Sweetening Ontologies with DOLCE," LNCS, vol. 2473, pp. 223–233, Springer, 2002.
- [23] D. J. Maguire, and P. A. Longley "The emergence of geoportals and their role in spatial data infrastructures," *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 29, pp. 3-14, 2005.

- [24] Geolocation. Geolocation API Specification. (2012, May). [Online]. Available: <http://www.w3.org/TR/geolocation-API>

Wellington M. Oliveira é Professor do Departamento Acadêmico de Ciência da Computação, Coordenador Geral da Educação Aberta e a Distância do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas – Campus Rio Pomba, mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), especialista em Engenharia de Software e Bacharel em Sistemas de Informação pelo Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora (CES). Áreas de interesse: Sistemas de Informação com foco em Infraestruturas de Dados Espaciais e Ontologia.

Jugurta Lisboa Filho é Professor Associado do Departamento de Informática da Universidade Federal de Viçosa (UFV), doutor em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, mestre em Engenharia de Sistemas pela COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro e Bacharel em Informática pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Áreas de interesse: Bancos de Dados Geográficos, Sistemas de Informação Geográfica e Mecanismos de reuso.

Alcione de P. Oliveira possui graduação em oceanografia pela UERJ (1985), mestrado em Sistemas e Computação pelo Instituto Militar de Engenharia (1990) e doutorado em Informática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1996). Atualmente é professor associado do Departamento de Informática da UFV. Atua na área de Inteligência Artificial, principalmente nos seguintes temas: ontologia, agentes inteligentes, bioinformática e processamento de linguagem natural.

João R. M. de Oliveira é aluno do 5º período da Graduação em Ciência da Computação na Universidade Federal de Viçosa (UFV) com bolsa de Iniciação Científica pelo CNPq no projeto "GeoCidade – Reuso de dados geográficos no Âmbito Municipal apoiado em Infraestruturas de Dados Espaciais com Colaboração Voluntária".

Wagner D. de Souza é aluno do Mestrado em Ciência da Computação da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e Bacharel em Ciência da Computação também pela UFV. Atualmente é bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), com dedicação exclusiva. Áreas de interesse: Sistemas de Informação, Infraestruturas de Dados Espaciais, Informação Geográfica Voluntária, Computação Móvel e Engenharia de Software.