

# Representação Aberta e Semântica de Anotações de Incidentes em Mapas Web

André L. Gonzalez<sup>1</sup>, Diego Izidoro<sup>1</sup>, Roberto Willrich<sup>1</sup>, Celso A. S. Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Depto. de Informática e Estatística – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
Caixa Postal 476, 88040-900 – Florianópolis – SC – Brazil

<sup>2</sup>Depto. de Informática – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)  
29060-970 – Vitória – ES – Brazil

{andre.lgonz, diego.izidoro, willrich}@inf.ufsc.br, saibel@inf.ufes.br

**Abstract.** *There are more and more Web tools that rely on crowdsourcing via collaborative map annotations as collaborative problem-solving and data production model. Several of them allow users to annotate incidents of various kinds on a map, like crimes, crisis and health incidents. Ideally, these initiatives should produce open representation to enable people to share structured data and knowledge, and consequently improving mapping and problem-solving. This paper presents an approach for producing open and semantic annotations of incidents on maps, allowing interoperability of both annotations and generated knowledge from these annotations. The proposed approach is performed and tested in our OurMap crowdsourcing system.*

**Resumo.** *É crescente o número de ferramentas Web que adotam crowdsourcing, via anotações colaborativas em mapas, como modelo de resolução de problemas e produção de dados. Várias delas permitem aos usuários anotar incidentes de diferentes tipos no mapa, como incidentes relacionados à segurança, saúde e transporte. Idealmente, estas iniciativas deveriam oferecer dados abertos, possibilitando o compartilhamento das anotações e do conhecimento gerado, com conseqüente melhoria no mapeamento e na resolução de incidentes. Este artigo propõe uma abordagem de produção de anotações abertas e semânticas de incidentes em Mapas, permitindo a interoperabilidade das anotações e da semântica do conhecimento gerado a partir delas. A abordagem proposta é adotada e testada no nosso sistema crowdsourcing OurMap.*

## 1. Introdução

Atualmente existem diversos sistemas Web que utilizam o modelo *crowdsourcing* para identificação de elementos geolocalizados utilizando mapas [Goodchild 2007]. Alguns sistemas, como *OpenStreetMap* (OSM) [Haklay 2008] e *wikimapia.org*, visam o mapeamento voluntário de informações geográficas (VGI – *Volunteered Geographic Information*) de lugares imóveis e com um ciclo de vida longo (ruas, cidades, construções). Outros sistemas visam à geração de anotações colaborativas para mapeamento e resolução de incidentes diversos ligados a crimes [Shah 2011] [Furtado 2010], crises [Ushahidi 2013] e saúde [Qureshi 2011]. Diferentemente dos sistemas de VGIs, esta categoria de sistema permite ao usuário anotar “coisas” no mapa com um ciclo de vida mais curto.

Este artigo tem foco nos sistemas Web permitindo a anotação colaborativa em mapas para mapeamento e resolução de incidentes. A maioria destes sistemas produz anotações fechadas que não podem ser reutilizadas fora deles. Um esforço para permitir a produção de anotações interoperáveis está sendo proposto pelo grupo *W3C Open Annotation*, por meio da padronização do modelo Anotações Abertas (OA – *Open Annotation*) [W3C 2013]. Este modelo utiliza RDF e segue os princípios de Dados Interligados (LD – *Linked Data*) [Berners-Lee 2006]. As anotações representadas sob a forma de dados abertos tornam possível o reuso destas anotações por outras iniciativas, aumentando a capacidade de mapear e de resolver incidentes a partir das informações anotadas nos mapas.

Por outro lado, a representação aberta das anotações não é suficiente para garantir a interoperabilidade. É necessário também representar de maneira aberta a informação produzida colaborativamente pelos usuários. A alternativa mais usual para isto é a adoção de abordagens semânticas, baseadas em ontologias. As ontologias são especificações formais (passíveis de interpretação por computadores) de conceitos, utilizadas para descrever um domínio de interesse. Conceitos, ou classes, são representações da informação, e possuem propriedades e relações com outros conceitos.

Este artigo propõe uma abordagem de produção de anotações abertas e semânticas de incidentes em mapas. A representação de anotações proposta segue o modelo OA e permite que anotações tenham como alvo não apenas recursos na Web, mas também coordenadas geográficas referenciadas segundo o esquema do URI geo [Mayrhofer 2010]. A representação aberta de anotações proposta permite criar LDs que têm condições de ser reutilizados por qualquer aplicação, até mesmo usando diferentes serviços de mapa Web, como OSM e Google Maps [Google Maps API 2013].

Na proposta, as anotações em mapas podem ser marcadas semanticamente pela associação da anotação a indivíduos mantidos em uma Base de Conhecimento Ontológica (KB – *Knowledge Base*). Na KB, os próprios usuários podem colaborar na população da KB com indivíduos que descrevem semanticamente lugares e incidentes. A linguagem de representação do conhecimento adotada é a OWL [OWL 2004]. Dessa forma, tanto as anotações em mapas quanto as informações geradas seguem representações abertas. A KB pode ser usada para recuperação de informação e descoberta de conhecimento baseado em ontologias, de forma a facilitar a tomada de decisões. Esta abordagem semântica traz outra vantagem: a possibilidade de verificar a consistência dos dados durante a geração de indivíduos, possibilitando uma maior qualidade da informação. Por fim, a abordagem proposta permite a fácil adaptação a diferentes domínios de acordo com a necessidade.

Em suma, as principais vantagens da abordagem proposta neste artigo em relação às já existentes são: (i) a utilização do esquema OA para as anotações, tornando-as independentes de sistemas de mapas Web; (ii) a possibilidade de anotar diretamente localizações geográficas usando o URI geo; e (iii) a geração de uma base de conhecimento ontológica que formaliza a representação da informação gerada de forma colaborativa, verificando a consistência das relações espaciais de acordo com a classe de objeto anotado.

Após esta introdução, o texto está organizado em outras cinco seções. A seção 2 apresenta a iniciativa OA para definição de anotações digitais abertas. A seção 3 apresenta os requisitos de sistemas de anotação de incidentes em mapas e analisa os

principais trabalhos relacionados. Na seção 4 é apresentada a contribuição deste artigo, que é a abordagem de representação aberta de anotações semânticas de incidentes em mapas usando o modelo OA. A seção 5 apresenta uma prova de conceito da proposta dentro do sistema *OurMap*, implementado pelos autores. Finalmente, as conclusões e trabalhos futuros são apresentados na seção 6.

## 2. Anotações Digitais Abertas

Algumas tentativas para estabelecer a padronização de representação de anotações de recursos digitais foram propostas nos últimos anos, destacando-se aquelas realizadas pelos projetos *Annotea* [Kahan 2001], *Annotation Ontology* [Ciccarese 2011] e *Open Annotation Collaboration (OAC)* [Haslhofer 2011]. Atualmente, o grupo *W3C Open Annotation Community* [W3C 2013] está propondo a conciliação destas duas últimas propostas, através da especificação do modelo OA.

O modelo OA, baseado em RDF e seguindo os princípios de LDs, oferece um *framework* interoperável e extensível para expressar anotações em recursos digitais de modo que elas possam ser facilmente compartilhadas entre plataformas. Este modelo oferece uma riqueza de expressão suficiente para satisfazer requisitos complexos e, ao mesmo tempo, manter-se suficientemente simples, permitindo seu uso em casos menos complicados. Para isso, está sendo desenvolvido o Modelo de Dados de Núcleo (OA) [Sanderson 2013], um *namespace* que define um conjunto de classes de base do modelo e os aspectos diretamente relacionados com a arquitetura Web.

As classes definidas pelo Modelo de Dados de Núcleo são: *oa:Annotation*, uma especificação, na forma de grafo serializado, de uma relação entre dois ou mais recursos; *oa:Target* é o alvo da anotação, o que está sendo anotado; e *oa:Body* é o corpo de uma anotação, que comenta o recurso ou relaciona outro recurso ao alvo. A Figura 1 apresenta duas anotações digitais (A-1 e A-2) representadas no modelo OA. A anotação A-1 é uma *oa:Annotation* e tem como alvo T-1 (*oa:Target*), referenciado pela propriedade *oa:hasTarget*. A anotação A-1 tem dois corpos referenciados pela propriedade *oa:hasBody*, sendo B-1 (*Body*) um recurso qualquer sobre T-1, e uma tag semântica do tipo *oa:SemanticTag*, que adiciona uma descrição semântica à anotação. Além de corpos e alvos, a anotação tem várias propriedades, como autor (*oa:annotatedBy*), título (*dcterms:title*) e data de criação (*oa:annotatedAt*). É recomendado que a anotação tenha a relação *oa:motivatedBy* com uma instância da classe *oa:Motivation*, permitindo especificar a razão da criação de cada anotação. A Anotação A-2 é um exemplo de anotação de resposta a A-1, ilustrando como o OA pode representar debates em fóruns de discussão.

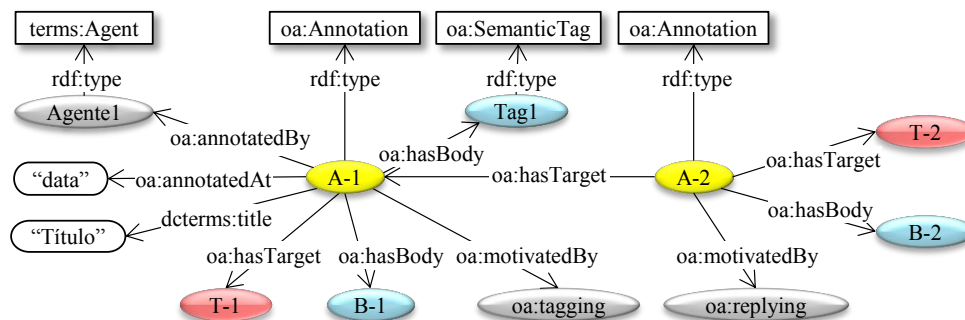


Figura 1. Anotações A-1 e A-2 e sua representação no modelo OA

### 3. Anotações de Incidentes em Mapas

Esta seção identifica alguns requisitos importantes para sistemas Web que oferecem recursos para anotações colaborativas de incidentes em mapas. Também são avaliados os principais trabalhos relacionados quanto ao atendimento destes requisitos.

O primeiro requisito é o oferecimento de dados abertos. Por exemplo, adotando o modelo OA, uma iniciativa de *crowdsourcing* pode gerar dados que podem ser reusados por outras iniciativas. *Crowdsourcing* é um modelo de produção para resolver problemas com base na inteligência e conhecimento coletivos [Brabham 2008]. Apesar de oferecerem dados abertos, as iniciativas OSM, Wikimapia e GeoNames não permitem a anotação em mapas de “coisas” que tenham uma vida relativamente curta e que tenham um posicionamento espacial pouco preciso, como é o caso de muitos incidentes. A grande maioria das iniciativas de anotação de incidentes em mapas não adota representação aberta. Uma exceção é PublicSafetyMap.org, que oferece os dados em RDF/XML. Além desta, na área de anotação de mapas históricos, MapHub [MapHub 2013] segue o modelo OA.

Sistemas de Mapas Web, como OSM e Google Maps, são destinados à identificação de lugares imóveis e com vida longa, com uma localização fixa e conhecida, como ruas ou construções civis. Contrariamente, incidentes e/ou problemas possuem características bem diferentes, de forma que as anotações associadas a ambos deveriam levar em conta também:

- **Características temporais:** o relator de um incidente pode saber o instante ou o intervalo de tempo no qual o incidente ocorreu, ou ainda ele pode não saber quando ele iniciou ou terminou. Ele simplesmente pode tê-lo observado em um dado momento. Portanto, na anotação de um incidente, o sistema deve prover flexibilidade em termos de posicionamento temporal do incidente.
- **Características de localização:** diferente de um local geográfico imóvel, muitos incidentes podem não ter uma localização muito bem definida ou conhecida. O sistema deveria permitir a descrição da localização não apenas por coordenadas geográficas precisas, mas também por relações espaciais genéricas [Klien 2005], como à esquerda de, à direita de, atrás, em frente, próximo, dentro e fora.
- **Informações Temáticas:** para ser mais preciso e útil, o relato de um incidente deve definir o tipo ou categoria de incidente. Para tal, devem ser definidos vocabulários de tipos de incidentes dependentes do domínio de aplicação.

Em termos de características espaciais, as ferramentas analisadas pelos autores permitem ao relator expressar a localização do incidente de maneira precisa (coordenada ou uma região bem definida). Esta forma de localização muitas vezes pode não representar o local preciso do incidente, podendo levar a conclusões erradas. Considerando agora as características temporais, alguns sistemas, como portoalegre.cc [Portoalegre.cc 2013] não permitem expressar em que momento ocorreu a causa relatada. Por sua vez, as plataformas Ushahidi [Ushahidi 2013] e Wikicrimes [Furtado 2010] permitem especificar data e horário do incidente relatado, mas ambas utilizam o conceito de intervalo temporal.

Outro requisito importante é a garantia de interoperabilidade do conhecimento gerado a partir dos relatos dos usuários. Para isso, é importante a adoção de abordagens semânticas, que podem contribuir em três aspectos [Kim 2008]: representação robusta das entidades e seus relacionamentos; facilitação da troca de conhecimento; e ontologias

que permitem representar a semântica dos dados de um modo que eles possam ser processáveis por máquina, possibilitando a análise de dados e reconhecimento de conceitos, para processos de inferência e busca semântica, permitindo a obtenção de resultados mais amplos e precisos [Lamas 2008].

Diferentemente de algumas iniciativas de produção de VGI, poucos sistemas de anotação de incidentes em mapas oferecem recursos de marcação semântica. Em geral, estas ferramentas adotam categorias de incidentes (informações temáticas) que não seguem a estruturação de uma ontologia para armazenar seus dados, tornando a interpretação e reutilização de seus conteúdos mais difíceis. Não há nem mesmo a definição de uma terminologia comum, podendo ser usados termos diversos, como relato, evento, causa ou anotação, para se referenciar ao que é anotado no mapa.

Neste artigo foi adotada uma generalização da terminologia de incidente e problema definida pela ITIL (<http://www.itil-officialsite.com/home/home.aspx>) (*Information Technology Infrastructure Library*): **Incidente** é um evento que não é parte da operação padrão de um serviço e que pode causar uma interrupção do serviço ou uma redução de sua qualidade; e **Problema** é uma condição com frequência identificada como resultado de múltiplos incidentes.

O trabalho de [Schulz 2012] é uma das poucas aplicações em que o vocabulário de tipos de incidente com descrição semântica utilizando RDFS (*RDF Schema*), no qual cada tipo é definido como uma classe. Além deste, a ferramenta MapHub, embora não se destine à anotação de incidentes, oferece recursos para marcação semântica das anotações, usando referências a conceitos definidos por sistemas como DBpedia (<http://dbpedia.org>) e GeoNames (<http://geonames.org>).

#### 4. Representação de Anotações Digitais Abertas e Semânticas em Mapas

O modelo OA é um *framework* de representação aberta de anotação em recursos digitais. Para sua aplicação em anotações em mapas, é necessário definir uma representação que permita a especificação de alvos de anotação, de forma a não apenas anotar lugares nomeados, mas também localizações geoespaciais. Esta seção descreve a abordagem proposta para representação aberta de anotações digitais estruturadas e semânticas em mapas sobre localizações geoespaciais e incidentes.

No caso de anotações sobre lugares nomeados no modelo OA, normalmente os alvos das anotações são URIs, que especificam os lugares utilizando, por exemplo, o GeoNames ou DBpedia. Em uma situação hipotética na qual um usuário desejasse fazer uma anotação digital sobre a cidade de Florianópolis, ele poderia utilizar como alvo a URI <http://sws.geonames.org/3463237/>, que identifica, de forma única, esta cidade no GeoNames. Assim, a localização geográfica de uma entidade geoespacial é especificada como uma propriedade desta entidade usando, por exemplo, o vocabulário WGS84 [WGS84 1984].

##### 4.1 Utilizando URIs geo em anotações abertas em mapas

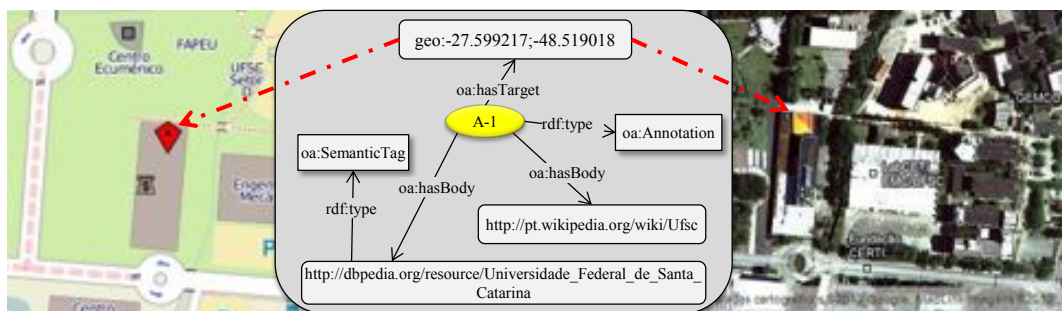
A especificação OA não explicita como representar anotações digitais sobre localizações geográficas de forma independente de sistemas Web. Isto é importante no caso de anotações em localizações não nomeadas. Em muitos casos de relatos de incidentes em sistemas de mapas Web, o alvo da anotação referenciado pelo relator é a coordenada geoespacial onde ocorreu o incidente e não o posicionamento do incidente

no sistema de mapas Web que está sendo usado por ele. Por exemplo, no caso de um relato de um assalto próximo a uma coordenada específica, o sistema Web apresentando o mapa para o usuário deveria ser considerado uma facilidade para o relator localizar a coordenada geográfica na qual o incidente ocorreu. Para ser uma anotação aberta e independente de sistemas de mapas Web, esta anotação deveria especificar um alvo (a coordenada geográfica) de maneira independente de qualquer fonte de dados Web (incluindo o próprio sistema de mapa Web utilizado pelo relator).

A RFC 5870 [Mayrhofer 2010] padroniza um esquema de URI para localizações geográficas em duas ou três dimensões, o chamado URI geo. Este tipo de URI é compacto, simples, legível por humanos e independente de protocolos. É considerado um passo na direção de facilitar, suportar e padronizar o problema de identificação de localização em aplicações e serviços geoespaciais. Este esquema de URI dá suporte ao uso das coordenadas geográficas latitude, longitude e altitude, possibilitando que diferentes sistemas possam compartilhar suas informações e entender que, por exemplo, o URI `geo:-27.599217,-48.519018` identifica uma localização física.

Como alvos de anotações no modelo OA são expressos por URI, o uso de URI geo permite produzir anotações digitais sobre localizações geográficas de maneira aberta e independente de sistemas de mapas Web. A Figura 2 ilustra o uso do modelo OA para representar uma anotação digital em localizações geográficas com o esquema de URI geo. Esta anotação tem como alvo (*oa:hasTarget*) o URI `geo:-27.599217,-48.519018` (localização geográfica da reitoria da UFSC). O corpo da anotação (*oa:hasBody*) é a página desta universidade na Wikipedia. Esta anotação tem uma marcação semântica (*oa:SemanticTag*) associando informação semântica à anotação, sendo utilizado o conjunto de dados da DBpedia.

As partes laterais da Figura 2 apresentam o mapeamento da posição geográfica marcada pela anotação nos sistemas de mapas Web OSM (esquerda) e Google Maps (direita). Para que esta abordagem seja possível, o sistema de anotação em mapas deve redirecionar a URI geo para o sistema de mapas Web adotado, de forma que anotações feitas em um sistema de mapas Web possam ser exibidas corretamente em qualquer outro sistema deste tipo.



**Figura 2. Anotações de coordenadas com o URI geo e o Modelo OA**

## 4.2 Ontologia de Incidentes

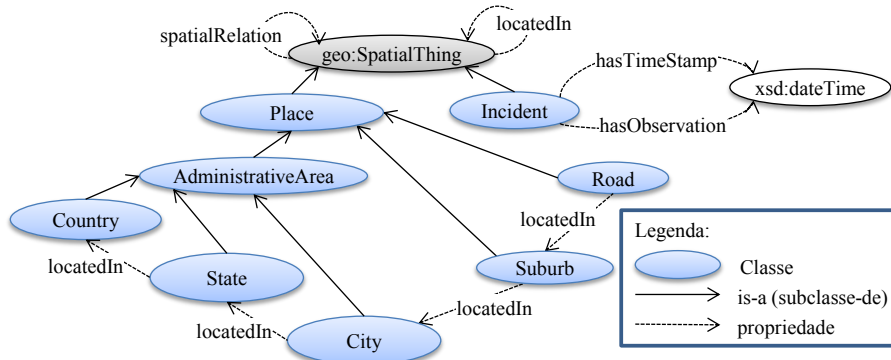
Um alto grau de interoperabilidade semântica em sistemas de anotações de incidentes em mapas requer a adoção de ontologias de alto nível, permitindo que o conhecimento possa ser compartilhado entre diferentes plataformas de anotações em mapas. Existem algumas iniciativas de estabelecimento de uma ontologia de alto nível que tem potencial

para serem usadas no contexto de anotação em mapas. As principais iniciativas propõem ontologias de alto nível para evento e são analisadas detalhadamente pelos trabalhos de [Shaw 2009] e [Van Hage 2011]. Estas ontologias diferem quanto à definição de características temporais do evento e de suas propriedades.

Uma representação de incidentes em mapas deveria considerar que as localizações espaciais e temporais de incidentes podem ser genéricas. Outro aspecto importante a ser considerado em sistemas de *crowdsourcing* é a dificuldade de garantir a qualidade da informação gerada voluntariamente pela comunidade [Goodchild 2010]. Uma abordagem semântica deveria garantir um mínimo de consistência semântica em termos de localização destas informações. Pela falta de uma ontologia genérica o suficiente para abranger os conceitos básicos relacionados às anotações de incidentes geolocalizados, associados a elementos da vida em comunidade, foi definida a ontologia de alto nível *OurMap*.

Uma visão simplificada da ontologia *OurMap*, disponível em <http://biblio.inf.ufsc.br/~spaces/ontology/ourmap.owl>, é representada na Figura 3. Os dois principais conceitos são *Place* e *Incident*, que são subclasses de *geo:SpatialThing* definida na ontologia de posicionamento geográfico ([http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84\\_pos](http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos)). *Place* (<http://schema.org/Place>) representa algo imóvel ou uma localização. *Incident* representa um incidente, como definido pela ITIL (ver seção 3). A classe *Administrative Area* (<http://schema.org/AdministrativeArea>) é uma região geográfica sob jurisdição de um governo particular, possuindo como subclasses *Country*, *State* e *City* (todos definidos no <http://schema.org>). Outros dois lugares importantes são definidos para a gestão de cidades (*Suburb* e *Road*).

Em termos de propriedades, define-se *locatedIn*, a qual permite especificar relacionamentos de localização entre lugares. Note que as subclasses de *Place* podem ter subclasses de indivíduos que tenham relações *locatedIn* apenas com indivíduos *SpatialThings* particulares. Na ontologia *OurMap* define-se que indivíduos *Road* têm relação *locatedIn* com *Suburb*, *Suburb* com *City*, e assim por diante. Isto garante um mínimo de consistência dos lugares administrativos, bairros e ruas.



**Figura 3. Visão simplificada da Ontologia OurMap**

*Incident* pode ter uma relação de localização (*locatedIn*) com qualquer outro *SpatialThing*. Além disso, um *Incident* pode ter uma relação espacial genérica (*spatialRelation*) entre outros *SpatialThing*. Diversas sub-relações de *spatialRelation* foram definidas: *under*, *isinside*, *encloses*, *near* e *over*. Além dessas, mais seis sub-relações de *near* foram definidas: *behind*, *beside*, *rightOf*, *leftOf*, *inFrontOf* e *adjacent*. Por fim, foi definida uma sub-relação de *adjacent* chamada *onTop*. Nas suas

especificações, foram definidas as características de simetria e transitividade destas propriedades, visando permitir a realização de inferências de proximidade.

As propriedades de dados *hasTimeStamp* e *hasObservation* da classe *Incident* definem, respectivamente, os instantes ou períodos de ocorrência e de observação de um incidente. Estas propriedades tem como tipo literal *xsd:dateTime*. *hasTimeStamp* é usada caso o incidente tenha seu instante ou intervalo de ocorrência conhecido. *hasObservation* é usada em casos em que os instantes inicial e/ou final do incidente sejam desconhecidos. *hasTimeStamp* define um instante e suas duas subpropriedades juntas (*hasStart*, *hasFinish*) definem um intervalo. Por sua vez, estas duas últimas possuem subpropriedades que permitem especificar intervalos de tempo imprecisos (*hasStartAfter*, *hasStartBefore*, *hasFinishAfter*, *hasFinishBefore*). Da mesma forma, *hasObservation* especifica o instante e suas duas subpropriedades (*hasStartObservation* e *hasFinishObservation*) permitem definir intervalos. Foram também definidas regras SWRL para atribuir valores às propriedades *hasStartBefore* e *hasFinishAfter* no caso de incidentes com instantes ou intervalos de tempo de observação. Estas regras expressam a consequência de que, caso o incidente seja observado num dado instante, o início do incidente é anterior a esse instante, e o fim é posterior.

### 4.3 Definindo Categorias de Incidentes e Lugares

Graças à possibilidade de reuso de ontologias existentes, é possível estender a ontologia OurMap para adaptá-la a um domínio, definindo as categorias de incidentes ou lugares que se queira anotar. Por exemplo, se o OurMap for utilizado para a área de transporte público, pode-se importar uma ontologia de transporte público, como OTN [Lorenz 2005]. Se o foco for informação turística, pode-se importar uma ontologia de turismo, como *e-tourism* (<http://e-tourism.deri.at/ont/>) para a construção do sistema de anotação.

Também é possível definir restrições de localização das novas classes de lugares e incidentes, da mesma forma adotada para lugares administrativos. Por exemplo, caso seja importada a ontologia OTN, tem-se uma nova classe chamada *Stop\_Point*, que representa uma parada de ônibus. Para adaptá-la a abordagem proposta, deve-se incluir a especificação de que *Stop\_Point* é uma subclasse de *Place*, e que esta classe de indivíduo pode ter localização (*locatedIn*) *Road*. Novamente, esta operação permite controlar minimamente a semântica de localização dos pontos de ônibus (devem estar sempre em ruas ou avenidas).

Em termos de categorias de incidentes, nossa abordagem permite, além da importação de categorias de incidentes preexistente, a especificação de uma hierarquia de subclasses *Incident*. Para cada subclasse, podem ser especificadas restrições quanto à localização de lugar. Por exemplo, uma subclasse de incidente *Pothole* (buraco na rua) poderia ser especificada de maneira que indivíduos desta classe devem ter uma relação de localização com uma rua.

### 4.4 Populando Bases de Conhecimento a partir de Anotações Digitais

Conforme apresentado, as propostas existentes de sistemas de anotações semânticas em mapas suportam apenas a marcação semântica das anotações. No caso, um lugar ou um relato de incidente pode ser marcado semanticamente por um termo definido por uma entidade externa (como o DBpedia) e pelo próprio sistema Web, no caso do uso de RDF para categorização dos tipos de incidentes, como adotado por [Schulz 2012]. A presente



proposta sugere o armazenamento do conhecimento gerado pelas anotações em uma base de conhecimento, na qual lugares e incidentes são representados como indivíduos. Os URIs destes indivíduos são usados como marcadores semânticos das anotações.

Para ilustrar esta população da base de conhecimento, considere as duas anotações apresentadas na Figura 4. Considere que a base contenha todos os indivíduos que represente bairros e ruas da cidade de Florianópolis. A-3 é uma anotação gerada pelo usuário para anotar um ponto de ônibus em uma coordenada. Nesta operação ele também realiza a instanciação de um indivíduo *Stop\_Point* na base de conhecimento. Note que esta anotação foi possível, pois a localização geográfica `geo:-27.599217, -48.519018` é próximo a uma rua (como especificado na ontologia), chamada aqui Rua Delfino Conti, que está localizada no bairro Pantanal da cidade de Florianópolis. A-4 é uma anotação de um assalto próximo ao ponto de ônibus anotado por A-3.

Nas soluções de anotações em mapas existentes, seria associada uma tag semântica para indicar que A-3 é uma anotação sobre *Stop\_Point* e A-4 é sobre assalto. A presente proposta marca as anotações com os indivíduos na base de conhecimento. Isso permite considerar os relacionamentos existentes entre os indivíduos (como definido na ontologia), e permite verificar restrições de localizações. Outras vantagens incluem a possibilidade de realização de buscas semânticas mais complexas e eficientes, além de permitir que inferências sejam feitas para gerar novo conhecimento.

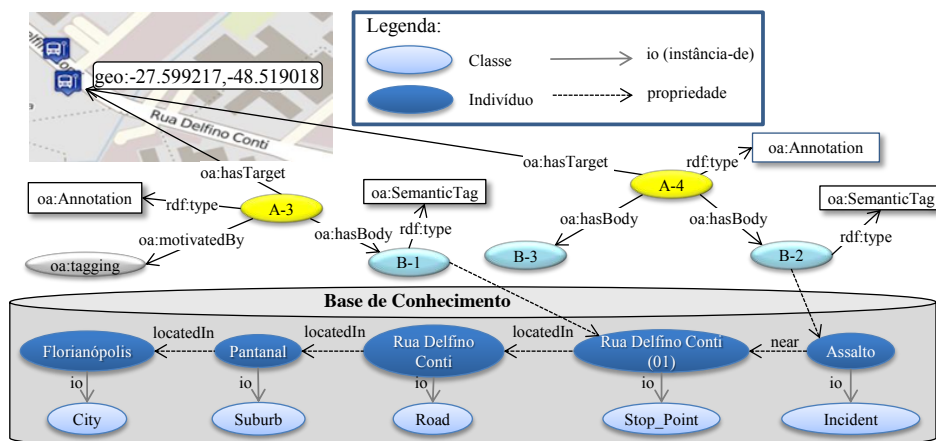


Figura 4. Anotações Semânticas e a Base de Conhecimento

## 5. Visão Geral do Sistema OurMap

Esta seção apresenta uma visão geral do sistema OurMap, o sistema de anotação livre e semântica em mapas que utiliza anotações digitais abertas seguindo os princípios de LD. O sistema está em desenvolvimento e seu principal objetivo é suportar a anotação de lugares e incidentes geolocalizados e de uma base de conhecimento ontológica. Com a construção desta base busca-se dar suporte ao gerenciamento eficiente do conhecimento com o objetivo de aumentar a eficiência na resolução de problema focos.

A implementação do sistema está sendo realizada com linguagem *Java* e *OpenLayers* (<http://docs.openlayers.org/>) e com o sistema de mapas OSM. Para o desenvolvimento dos aspectos semânticos, foi adotada a *API Jena* [Jena API 2013]. Foi desenvolvido um protótipo com funções mínimas para realização de testes de prova de conceito da abordagem proposta.

## 5.1 Personalizando o OurMap

Durante o processo de configuração do sistema *OurMap*, é possível importar ontologias que descrevam lugares e incidentes de diferentes domínios de aplicação. Nos testes realizados foi importada a ontologia OTN. Em seguida, pode-se especificar as classes das ontologias importadas que sejam passíveis de sofrer anotações pelos usuários (as classes às quais será permitida a instanciação de indivíduos na base de conhecimento). Para isso é utilizada a interface apresentada na Figura 5. Nela, é apresentado como especificar o ícone associado ao lugar, e os locais de ocorrência desta classe de indivíduo. De maneira análoga, *OurMap* permite definir as classes (categorias) de incidente, e permite definir restrições de localização destes incidentes.

Classes	Ícone	Categoria	Locais de Ocorrência (OurMap)
OTN.Stop_Point	Ponto_de_onibus.png	Transporte Público	<input type="checkbox"/> País <input type="checkbox"/> Estado <input type="checkbox"/> Cidade <input type="checkbox"/> Bairro <input type="checkbox"/> Rua
OTN.Bus_Station	Selecione um ícone	Transporte Público	<input type="checkbox"/> País <input type="checkbox"/> Estado <input type="checkbox"/> Cidade <input type="checkbox"/> Bairro <input type="checkbox"/> Rua
OTN.Accident	Selecione um ícone	Transporte Público	<input type="checkbox"/> País <input type="checkbox"/> Estado <input type="checkbox"/> Cidade <input type="checkbox"/> Bairro <input type="checkbox"/> Rua

Salvar Adicionar Classes Anotáveis

Figura 5. Especificando classes anotáveis

## 5.2 Gerando anotações

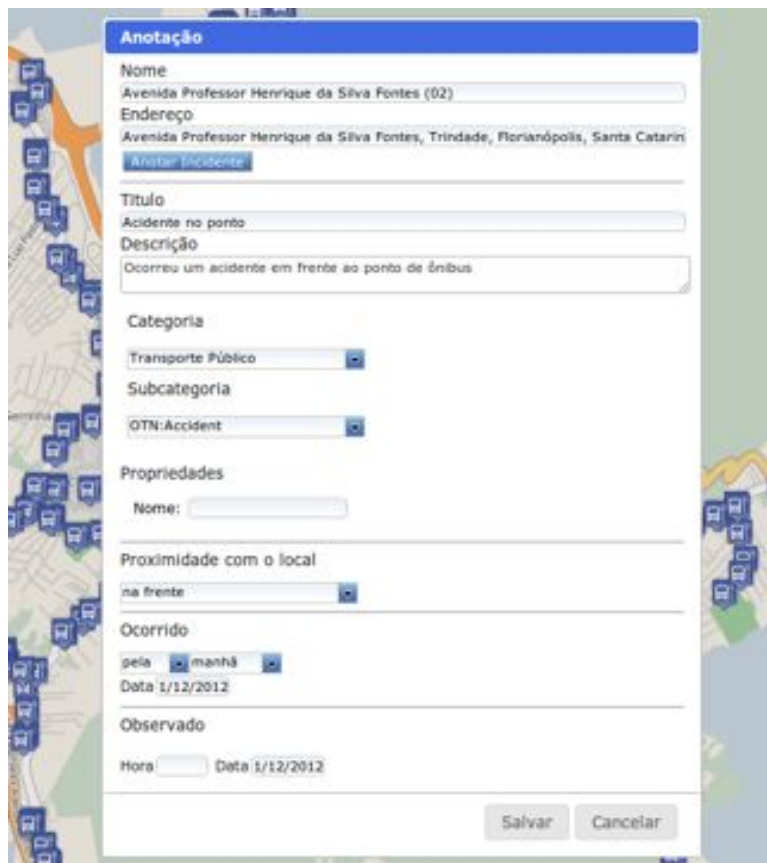
As anotações digitais podem ser geradas de duas formas: (i) manual, pelos usuários do sistema *OurMap*, utilizando a Interface com o Usuário ou (ii) automática, pelo *script* de mapeamento, a partir dos dados abertos disponibilizados por outras iniciativas. Na implementação da prova de conceito deste artigo foram gerados indivíduos na base de conhecimento representando todos os bairros, ruas e pontos de ônibus da cidade de Florianópolis a partir na base de dados do OSM. A Figura 6 ilustra um relato de um incidente próximo a um ponto de ônibus, no qual se pode verificar a possibilidade de determinar as características espaciais e temporais do incidente.

## 6. Conclusões

O modelo de *crowdsourcing* de dados geoespaciais já vem sendo utilizado por diversas comunidades para que os usuários possam auxiliar na produção voluntária (*crowdsourcing*) de informações, levantadas em tempo-real, sobre serviços oferecidos a estes usuários. Este artigo propõe uma representação aberta de anotações digitais em mapas de incidentes seguindo os princípios de LDs. Esta representação é resultado da adoção do esquema OA proposto por um grupo da W3C e uso do URI geo, para referenciar coordenadas geográficas independentemente de sistema de mapas Web. Além disso, o conhecimento gerado pelas anotações digitais é mantido em bases de conhecimento ontológicas. Com a representação em OWL, podem-se realizar busca de informações e a descoberta de conhecimento baseada em ontologias, de forma a possibilitar a melhoria da tomada de decisões.

O artigo também apresenta uma implementação prova de conceito do sistema *OurMap* que utiliza a representação aberta de anotações digitais proposta. Como trabalhos futuros imediatos, devem ser desenvolvidas duas interfaces com o usuário utilizando duas APIs para a geocodificação: Google Maps API e OSM. O objetivo é

demonstrar a flexibilidade da proposta em termos de serviços de mapas Web, e fazer uma avaliação destas duas alternativas de serviço.



The image shows a web-based form for reporting an incident, overlaid on a map. The form is titled "Anotação" and contains the following fields and options:

- Nome:** Avenida Professor Henrique da Silva Fontes (02)
- Endereço:** Avenida Professor Henrique da Silva Fontes, Trindade, Florianópolis, Santa Catarina
- Botão:** Anotar Incidência
- Título:** Acidente no ponto
- Descrição:** Ocorreu um acidente em frente ao ponto de ônibus.
- Categoria:** Transporte Público
- Subcategoria:** OTN-Accident
- Propriedades:** Nome: (empty)
- Proximidade com o local:** na frente
- Ocorrido:** pela manhã, Data: 1/12/2012
- Observado:** Hora: (empty), Data: 1/12/2012

At the bottom right of the form are two buttons: "Salvar" and "Cancelar".

Figura 6. Interface de relato de incidente

## 7. Agradecimentos

Este trabalho realizado no contexto do Projeto SPACES-4D: Sistema Participativo de Gestão e Monitoramento de Cidades e Serviços Públicos usando rastreamento com câmeras 4D, financiado pelo CTIC/RNP.

## 8. Referências

- Berners-Lee, T. (2006) "Linked Data - Design Issues". <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>.
- Brabham, D. C. (2008) "Crowdsourcing as a Model for Problem Solving: An Introduction and Cases". In *Convergence: The Int. Journal of Research into New Media Technologies* 14(1):75-90.
- Ciccarese, P. et al. (2011) "An Open Annotation Ontology for Science on Web 3.0". In *Journal of Biomedical Semantics*, 2(Suppl 2): S4.
- Furtado, V. et al. (2010) "Collective intelligence in law enforcement – The WikiCrimes system". In *Information Sciences*, 180(1): 4-17.
- Goodchild, M. F. (2007) "Citizens as Sensors: The World of Volunteered Geography". In *GeoJournal*, 69(4), p. 211-221.

- Goodchild, M. F. and Glennon, J. A. (2010) "Crowdsourcing geographic information for disaster response: a research frontier". In *Int. J. of Digital Earth*, 3(3):231-241.
- Google Maps API (2013) <http://code.google.com/apis/maps/>.
- Haklay, M. and Weber, P. (2008) "OpenStreetMap: User-Generated Street Maps". In *IEEE Pervasive Computing*, 7(4): 12-18.
- Haslhofer, B. et al. (2011) "The Open Annotation Collaboration (OAC) Model". In *proc. of the IEEE Workshop on multimedia on the Web (MMWeb)*, pp. 5-9.
- Jena API (2013) <http://jena.apache.org/documentation/ontology/index.html>.
- Kahan, J. and Koivunen, M. R. (2001) "Annotea: An open RDF infrastructure for shared Web annotations". In *Proc. of the 10th Int. Conf. on World Wide Web*, pp. 623-632.
- Kim, H. L. et. al. (2008) "The State of the Art in Tag Ontologies: A Semantic Model for Tagging and Folksonomies". In *Proc. of the Int. Conf. on Dublin Core and Metadata Applications*, pp. 128-137.
- Klien, E. and Lutz, M. (2005) "The role of spatial relations in automating the semantic annotation of geodata". In *Spatial Information Theory, LNCS 3693*, pp. 133-148.
- Lamas, A. R. et al. (2008) "Sistemas de Informação Geográfica Móveis orientados ao contexto: uma abordagem baseada em ontologias de domínios". In *Anais do IV Simpósio Brasileiro de Sistemas de informação (SBSI 2008)*, pp. 70-81.
- Lorenz, B., Ohlbach, H. J. and Yang, L. (2005) "Ontology of transportation networks". In *REVERSE Deliverable A1-D4*, University of Munich, Institute for Informatics.
- MapHub (2013) "Maphub - Historic Map Annotation Portal". <http://maphub.github.com>
- Mayrhofer, A. and Spanring, C. (2010) "A Uniform Resource Identifier for Geographic Locations ('geo' URI)". *IETF RFC 5870*.
- OWL. (2004) "Web Ontology Language". <http://www.w3.org/2004/OWL/>.
- Portoalegre.cc. (2013) <http://portoalegre.cc>.
- Qureshi, H. et al. (2011) "Monitoring Disease Outbreak through Geographical Representation in Rural Areas". In *proc. of the Developments in E-systems Engineering (DeSE)*, pp. 30-35.
- Sanderson, R. et al. (2013) "Open Annotation Core Data Model. W3C Community Draft". <http://www.openannotation.org/spec/core>.
- Schulz, A. Ortmann, J. and Probst, F. (2012) "Getting User-Generated Content Structured: Overcoming Information Overload in Emergency Management". In *proc. of the Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)*, pp. 143-148.
- Shah, et al. (2011) "Crowdsafe: crowd sourcing of crime incidents and safe routing on mobile devices". In: *Proc. 19th ACM SIGSPATIAL Int. Conf. in Geographic Information Systems*, p. 521-524.
- Shaw, R., Troncy, R. and Hardman, L. (2009) "LODE: Linking Open Descriptions of Events". In *Proc. of the 4<sup>th</sup> Asian Conf. on the Semantic Web*, p. 153-167.
- Ushahidi. (2013) <http://www.ushahidi.com/>.
- Van Hage, W. R. et al. (2011) "Design and use of the Simple Event Model". In *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, 9(2):128-136.
- W3C. (2013) "W3C Community and Business Groups". <http://www.w3.org/community/openannotation/>.
- WGS84. (1984) National Imagery and Mapping Agency: World geodetic system 1984. Tech. Rep., National Imagery and Mapping Agency.