

TGuide Mashup: Integração de Dados de Dispositivos Móveis com Dados de Sensores IoT

TGuide Mashup: Data Integration of Mobile Devices with IoT Sensors Data

Eudes Diônatas Silva Souza¹, Pedro Vulvu Álvaro²

¹Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), DCT – CCSI, Campus Jequié, BA, Brasil.

²Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, BA, Brasil.

Resumo

Duas tendências atuais têm fomentado a produção de grandes volumes de dados: o crescente uso de aplicativos em *smartphones* e a disponibilização de sensores da Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT). Então através da integração de dados de diferentes fontes podem ser criadas novas aplicações chamadas *mashups*. Entretanto, grande parte desses dados ainda não são efetivamente utilizados, pois, a interoperabilidade entre eles é bastante limitada. Dessa forma, este trabalho apresenta uma proposta para integração de dados de diferentes fontes a partir dos dados gerados por *smartphones* com dados gerados por sensores da IoT. O cenário apresentado neste trabalho tem foco no domínio turístico e, dessa forma, apresenta: (i) o TGuide, um aplicativo que possibilita a avaliação e pareceres de turistas a respeito de pontos turísticos; e (ii) o TGuide Mashup, que com uso da semântica dos dados, possibilita o alinhamento dos dados coletados pelos *smartphones* com dados coletados por sensores IoT. Como resultado, o *mashup* pode apresentar mais informações a respeito de um local turístico por meio de uma aplicação Web que exhibe os locais turísticos com suas respectivas avaliações, coordenadas geográficas e dados de sensores, tal como a temperatura.

Palavras-chave: Linked Data; Crowdsourcing, Tourism, Context-awareness, Suggestion.

Abstract

Two current trends have fueled the production of large volumes of data: The growing use of smartphone applications and the availability of Internet of Things (IoT) sensors. By integrating data from different sources you can create new applications called mashups. However, much of this data is not effectively used because of the interoperability between them is quite limited. Thus, this paper presents a proposal for integrating data from different sources of Data integration generated by smartphones with IoT sensors data. The scenario proposed in this work focuses on the tourism domain and, in this way, presents: (i) the TGuide, an application that allows tourists to evaluate and comment on touristic points; and (ii) the TGuide Mashup, which uses semantics' data, allows the alignment of this collected data by the smartphones with IoT sensors data. As a result, the mashup can display more information about a tourist site through a web application that shows the touristic sites with their respective ratings, geographic coordinates, and sensor data, such as temperature.

Keywords: Linked Data; Crowdsourcing, Tourism, Context-awareness, Suggestion.

Introdução

A Web Semântica é vista como uma extensão da Web atual, onde os dados estão semanticamente estruturados e com significado definido, possibilitando assim a compreensão e a interpretação do conteúdo desses dados pelos Agentes de Softwares. As linguagens RDF (*Resource Description Framework*) e XML (*eXtensible Markup Language*) foram definidas para estruturar os dados. Além dessas tecnologias, aconselha-se a utilização de ontologias (linguagem OWL – *Ontology Web Language*) como padrão de representação de conceito, por meio de uma taxonomia e um conjunto de

regras de inferência, assim como a definição das classes e suas relações [1]. Uma ontologia provê um conjunto de conceitos que são utilizados para descrever um domínio, por exemplo, a literatura, a medicina, a filosofia, etc.

Para sistematizar a estruturação dos dados, Bizer et al. [2] apresentam o conceito de *Linked Data* (Dados ligados), que é um conjunto de boas práticas para a publicação de dados estruturados na Web. O principal exemplo da adoção e aplicação das regras ou princípios *Linked Data* é o projeto Linking Open Data (LOD), criado com objetivo de identificar conjuntos de dados disponíveis na Web, sob licença aberta, e convertê-los para o formato RDF, isto é, de acordo com os princípios *Linked Data*.

Duas tendências atuais têm fomentado a produção e publicação de grandes volumes de dados: o crescente uso de aplicativos sensíveis ao contexto em *smartphones* (*crowdsourcing*) e a disponibilização de sensores da Internet das Coisas (Internet of Things - IoT). Dada a expansão do uso de *smartphones*, aplicações sensíveis ao contexto a cada dia mais participam e influenciam a vida das pessoas. Isso ocorre pelo fato dos *smartphones* se inserirem mais comumente no dia a dia das pessoas, adquirirem gradativamente maior poder de processamento e possuem sensores embutidos capazes de adquirir dados contextuais: GPS, câmera, giroscópio, acelerômetro e outros [3].

Além das aplicações sensíveis ao contexto, um outro paradigma vem ganhando espaço nos últimos anos: a Internet das Coisas (IoT), que foi citado inicialmente em 1999 por Kevin Ashton, cofundador da Auto-ID Center da Massachusetts Institute of Technology (MIT) [4]. Desde então, IoT vem se destacando na indústria e na academia, devido ao seu grande potencial comercial e aos benefícios na vida dos usuários, exemplos são controle de ambiente, aplicações de assistência a vida em ambiente de saúde, aplicações de automação e produção industrial, segurança, logística [2, 19]. A Cisco Internet Business Group (IBSG) estima que até 2020, haverá aproximadamente 50 bilhões de dispositivos conectados à Internet [7]. As mudanças impulsionadas pela IoT de certa forma irão proporcionar a criação de novas oportunidades de negócios e futuramente se tornará um fator importante na economia [8, 9]. No entanto, este cenário que levará à produção de uma grande quantidade de dados, assim como, o seu armazenamento em distintas bases de dados, em diferentes formatos e esquemas [10].

Entretanto, grande parte dos dados gerados, seja por *smartphones* ou por sensores IoT, ainda não são efetivamente utilizados, pois, a interoperabilidade entre eles é bastante limitada. Dessa forma, além de tratar da sensibilidade ao contexto, *crowdsourcing* e coleta de dados através de *smartphones* com o padrão *Linked Data*, este trabalho propõe a integração de tais dados com outros de sensores IoT, cujo paradigma permite conectar um conjunto de objetos físicos à Internet, por exemplo, sensores, atuadores, eletrodomésticos, automóveis e outros.

O cenário apresentado neste trabalho tem foco no domínio turístico e, dessa forma, apresenta: (i) o TGuide, um aplicativo que possibilita a avaliação e pareceres de turistas a respeito de pontos turísticos; e (ii) o TGuide Mashup, que com uso da semântica dos dados, possibilita o alinhamento dos dados coletados pelos *smartphones* com dados coletados por sensores IoT. Como resultado, o *mashup* pode apresentar mais informações a respeito de um local turístico por meio de uma aplicação Web que exhibe os locais turísticos com suas respectivas avaliações, coordenadas geográficas e dados de sensores, tal como a temperatura.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma. A Seção 2 apresenta trabalhos relacionados. Seção 3 apresenta a proposta da infraestrutura de coleta e integração de dados. A Seção 4 apresenta o TGuide e a Seção 5 apresenta o TGuide Mashup. A Seção 6 apresenta uma avaliação de usuário feita no aplicativo TGuide e na aplicação TGuide Mashup. Por fim, a Seção 7 apresenta as considerações finais e os trabalhos futuros.

2 Trabalhos relacionados

DBPedia Mobile, um sistema que renderiza um mapa indicando as localidades próximas contidas no dataset DBPedia, uma base de dados de conhecimento extraído da Wikipedia, baseado na localização atual vinda do GPS do dispositivo móvel. O DBPedia possui informações de cerca de mais de 300.000 localizações. Estas são interligadas com várias outras localizações de outros datasets. No total, existem cerca de 185.000 links RDF externos nos outros datasets com conteúdo RDF na Web, tornando o

DBpedia um importante núcleo de interligação. A partir do mapa renderizado com as localizações, usuários podem explorar informações mais detalhadas destas localizações e podem acessar os outros datasets interligados [11]. Este sistema é acessível por um *smartphone*, faz uso dos dados estruturados (*Linked data*), mas não é específico para o domínio turístico.

Um trabalho que mostra o uso de *smartphones* para coletar dados a respeito de locais turísticos é o **World Around Me**, uma aplicação cliente orientada a turistas, para Windows Phone 7, que tem por função primária buscar fotos em um servidor de imagens e navegar nas fotos e imagens favoritas do dispositivo móvel que estiverem associadas com a posição do cliente, *smartphone* no caso. Esse sistema trabalha com as mídias que pessoas compartilham com as próprias informações de suas viagens turísticas, além de que residentes de um local podem compartilhar conteúdo com informação do lugar onde residem apontando os locais mais procurados e/ou outros pontos de interesse. Consideremos o cenário de que uma pessoa chegou em um lugar não familiar e que existam muitos lugares bonitos ao redor que podem ser conhecidos e deve ser decidido qual local visitar, no entanto existe uma limitação de tempo e uma restrição de locomoção para o local (distância, trânsito, etc). Então a aplicação mostra as imagens favoritas do local onde a pessoa está. Este sistema facilita a escolha de locais para visitar mediante a avaliação de mídias relacionadas a um local, mas também apenas limita-se a apresentar mídias que já estão disponibilizadas em uma fonte de dados (Flickr, Panoramio, etc) [12]. Entretanto este sistema não estrutura os dados com o padrão *Linked Data*.

Outra solução apresentada para o domínio turístico por [13] é o **VISIT**, que investiga a hipótese de que todas as informações contextuais relevantes disponíveis devem ser consideradas ao tomar decisões sobre quais atrações serão sugeridas a um usuário para visitar. Diferente das aplicações de turismo tradicionais que se baseiam apenas na posição geográfica do turista, esta ferramenta é um aplicativo acessível pelo *smartphone* que faz uso de dados de contexto adicionais como clima (obtido por uma *Application Programming Interface* (API)¹), tempo, sentimentos do usuário em mídias sociais e preferências do usuário, para assim dar melhor precisão ao seu contexto atual. A abordagem de recomendações do VISIT é híbrida, composta por filtragem colaborativa, recomendação baseada em conteúdo e perfil demográfico, sendo que cada contexto terá um peso diferente na análise para recomendação; não existe participação colaborativa especificamente para o domínio turístico, a análise de sentimentos dos usuários é feita baseada no conteúdo geral das mídias sociais. Os dados manipulados também não são estruturados para a Web de dados, em formato *Linked Data*.

Baseando-se em SIG (Sistemas de Informação Geográfica) em [14] é apresentado o **Ilovesp**, sistema que facilita a localização de pontos de entrega voluntária de resíduos sólidos e recicláveis na cidade de São Paulo (SP), isto por meio de um mapa interativo. Para o seu desenvolvimento utilizou-se tecnologias como API Google Maps e as linguagens Python e Javascript. Os dados provêm de diversas fontes como, dados cadastrais da prefeitura de SP, empresas de coleta de resíduos, etc. Após a informação do local atual do usuário, o sistema faz uma varredura e retorna no mapa os pontos de coleta assim como as informações de contato, horário de funcionamento, tipo de resíduo coletado.

3 Proposta

Este trabalho consiste em um sistema de coleta e integração de dados do domínio turístico. A coleta é feita pelo *smartphone* executando o aplicativo TGuide (ver Seção 4). Os dados colhidos pelo *smartphone* são armazenados em uma base de dados específica do TGuide. Enquanto que a integração é feita via um *mashup* web, mediante o alinhamento de dados oriundos das bases de dados do TGuide com a dos sensores IoT.

Nesse contexto, o TGuide implementa o *crowdsourcing*, a sensibilidade ao contexto e *Linked Data*. O termo *crowdsourcing* foi cunhado por Jeff Hoew em 2006 [15]. Neste artigo ele define *crowdsourcing* como um modelo de negócios baseado na Web que usufrui dos benefícios proporcionados por uma rede distribuída de indivíduos convidados a participar de um propósito comum. De acordo com [16] *crowdsourcing* é um processo online para conectar organizações e comunidades em busca de um

¹ Do inglês: Interface de programação de aplicação

produto ou solução voltada a resolver problemas com base na inteligência e conhecimento coletivos. Estas definições estão em acordo com a proposta do TGuide, haja vista que a qualificação de local turístico é feita de forma colaborativa através da avaliação de cada turista.

Por sua vez, o Mashup Web é um sistema web que acessa os dados de duas bases. Os dados são estruturados como *Linked Data* que possibilita a integração dos mesmos. Assim fica possível recuperar tanto os dados colhidos por sensores IoT quanto os dados levantados por usuários do TGuide.

A Figura 1 ilustra a arquitetura do sistema dividida em quatro camadas: (i) Camada de Aquisição de Dados, (ii) Camada de Armazenamento, (iii) Camada de Integração e por último (iv) Camada de Aplicação. Portanto, a camada de aquisição de dados é composta de dispositivos que fazem a coleta dos dados como, *smartphone* (Aplicativo TGuide), sensores de temperatura e humidade. A Camada de Armazenamento referencia o local onde os dados estão persistidos e semanticamente enriquecidos, acessados via consulta SPARQL, o resultado desta consulta é um arquivo RDF/XML. A camada de Integração por sua vez, faz o alinhamento de vocabulários utilizados para a estruturação dos dados em cada conjunto de dados afim de encontrar similaridades entre as entidades, prover a interoperabilidade semântica e a fusão dos dados. Por último a camada de aplicação é composta das aplicações que farão consumo dos dados coletados e armazenados nas bases de dados através de requisições HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*). O resultado é um arquivo JSON contendo os dados dos pontos turísticos requisitados.

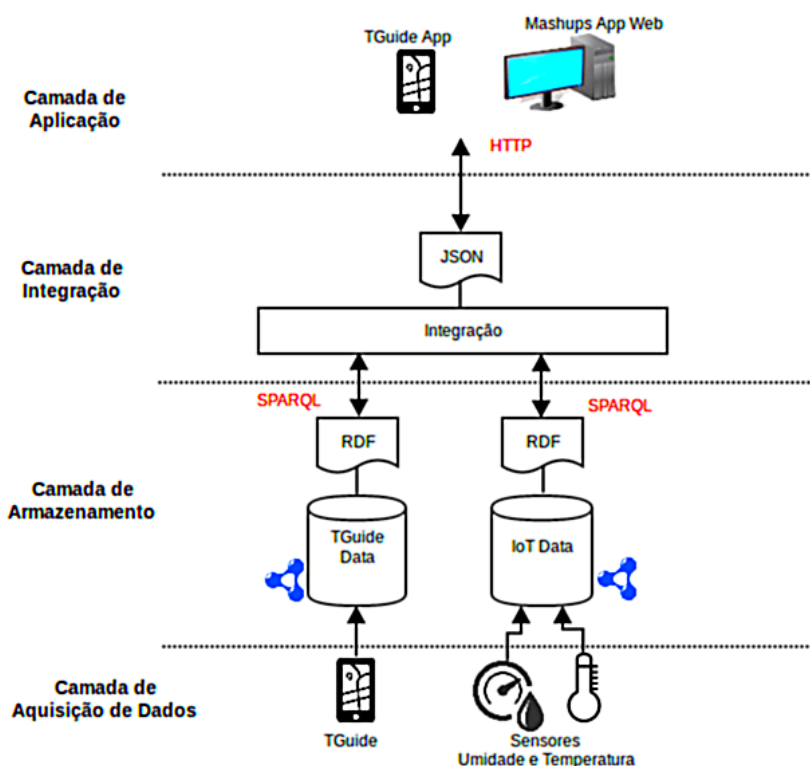


Figura 1 - Arquitetura do sistema

A Figura 2 ilustra o processo de alinhamento de ontologia que visa identificar as correspondências entre as entidades utilizadas na estruturação semântica dos dados. A entidade *Point* referencia as coordenadas geográficas (Latitude e Longitude) nas bases de dados, *IoTData* e *TGuide Data* respectivamente, enquanto que a entidade *ObservationValue* possui propriedade que relaciona o objeto data e hora e a temperatura no conjunto de dados *IoTData*. A entidade *collectedAt* possui valores relacionados a data/hora na base de dados *TGuide Data*. Ainda há a entidade *Rating* com a propriedade que relaciona o objeto que representa a avaliação. Portanto, as arestas pontilhadas indicam correspondência entre as entidades (*ObservationValue*, *CollectedAT*) utilizadas para descrever a data e

hora nas duas bases de dados. O mesmo se diz na descrição das coordenadas geográficas, ou seja, entidade Point.

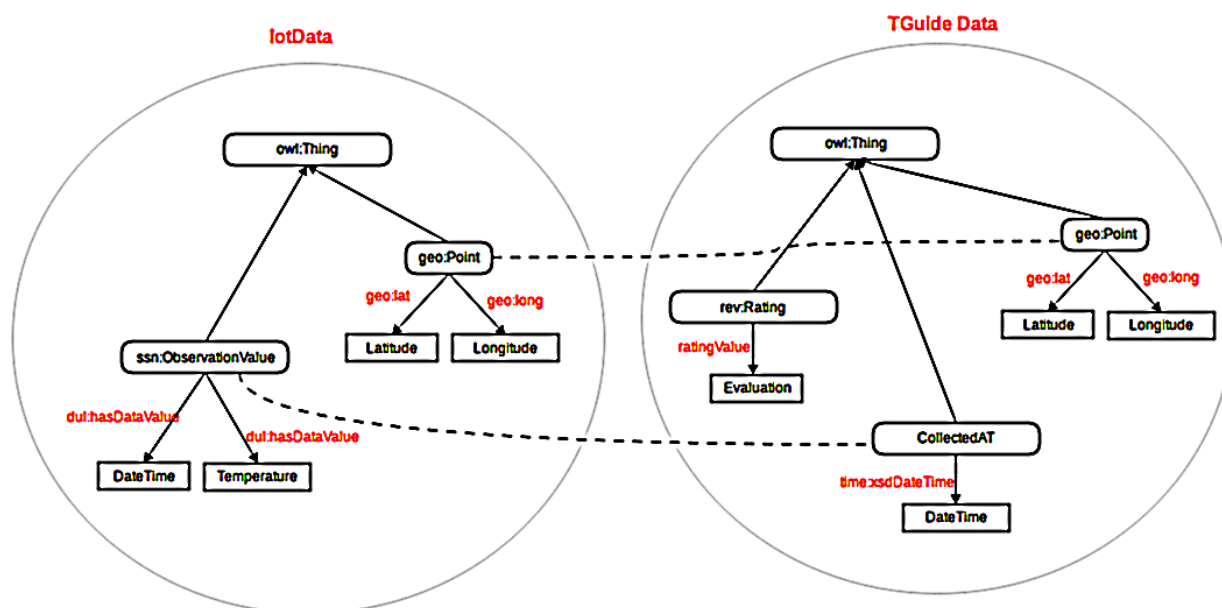


Figura 2 - Alinhamento das ontologias utilizadas

3 TGUIDE

O TGuide é uma ferramenta para smartphones capaz de coletar o dado sobre a localização, possibilitar a avaliação dos pontos turísticos com uma nota, registrar a data, hora, condições climáticas do local e a distância do turista até o ponto turístico que deseja visitar. Todos esses dados compõem o contexto usado para precisar melhores sugestões de visita, e, são colhidos de forma transparente para o usuário. Uma particularidade do TGuide é que todos os seus dados são gerados em formato estruturado, enriquecidos semanticamente e mantidos no padrão *Linked Data*, disponibilizados para a Web de Dados. Esta característica difere a proposta das soluções relacionadas encontradas. Assim como o VISIT faz uso de informações adicionais como clima e tempo o TGuide também o faz, mas adicionalmente possibilita classificar o ponto turístico por uma nota nas condições contextuais que o local possui.

Uma questão importante em relação ao TGuide é que o desenvolvimento de interfaces de usuários para dispositivos móveis que usam *Linked data* é um problema não muito abordado na literatura ainda. Principalmente, a respeito de interfaces para autoria (que é o ato de criar conteúdo semântico) destes dados por humanos, que fazem o trabalho colaborativo por meio das avaliações dos locais [17].

A ferramenta foi projetada para usar duas bases de dados: uma com dados colhidos pelo *smartphone* (nota de avaliação, comentário, latitude, longitude, data e hora); e outra com dados colhidos por sensores IoT de temperatura (data, hora, latitude, longitude, temperatura). Dentre os dados colhidos pelo *smartphone* está presente a nota de avaliação dada pelo usuário ao ponto turístico. A avaliação é feita quando o usuário toca a tela no ponto de interesse. Os demais dados são capturados automaticamente. A base com dados dos sensores IoT manterá os dados de temperatura, latitude, longitude, data e hora. O contexto é enriquecido com a participação das duas bases de dados. Os dados de ambas as bases são cruzados e por fim são apresentados ao usuário final.

Além da nota associada ao local também podem ser feitos comentários e são apresentadas informações do clima (tempo), temperatura, distância aproximada do local atual do turista até o ponto a ser avaliado, data e hora da avaliação. No momento que o turista clicar sobre o ponto de interesse será aberta a tela de avaliação do local, na qual serão apresentados o tempo (clima) e a temperatura, da base

de dados de sensores externos. Ademais são apresentadas data, hora, e os espaços para fornecer a nota e um comentário sobre o lugar. A Figura 3 ilustra a tela inicial com a apresentação dos pontos de interesse e também a tela de avaliação dos pontos de interesse respectivamente.

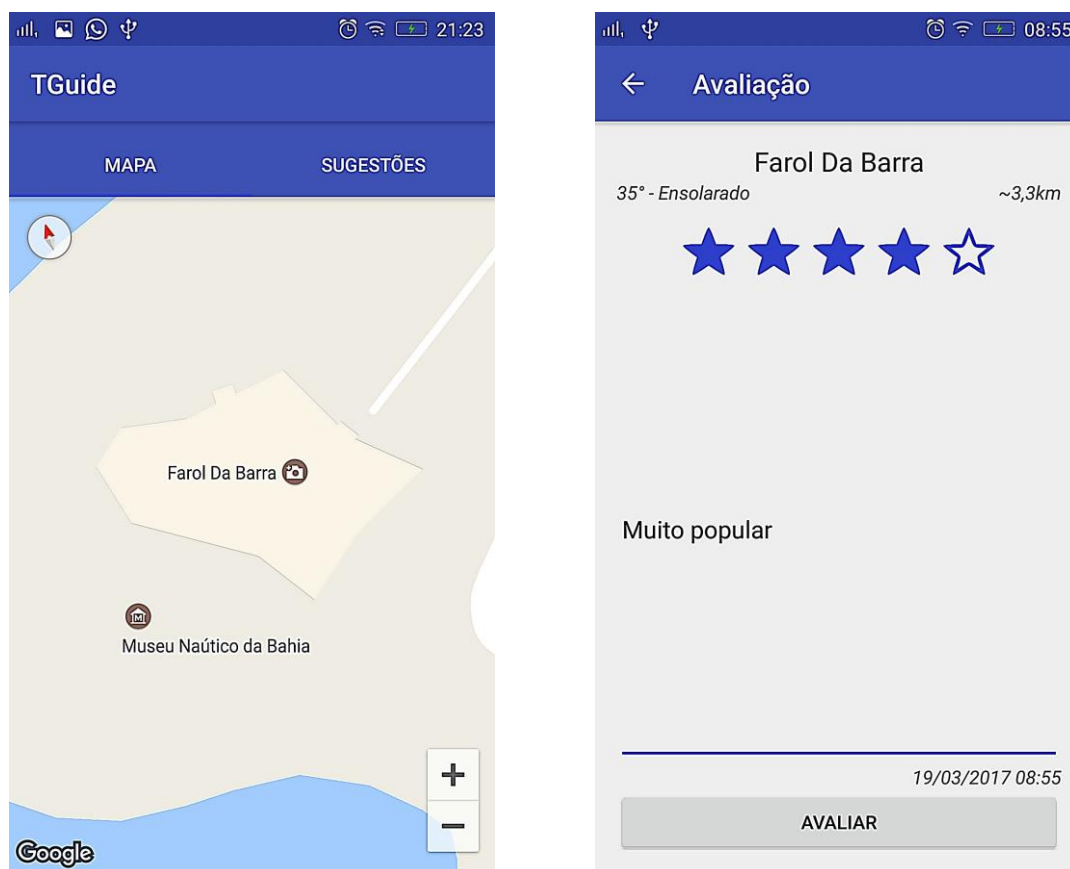


Figura 3 - Telas inicial e de avaliação de ponto de interesse

Como já citado previamente já existem soluções para o domínio turístico acessíveis pelo *smartphone* e com fins um pouco diferentes. Somente dentre as citadas: há uma ferramenta para apoiar o planejamento de visitas turísticas; outra para buscar fotos de um servidor relacionadas aos locais turísticos próximos de onde está o turista; outra para recomendações mais precisas a pontos turísticos baseada em uma plataforma híbrida de análise de conteúdo. Contudo o TGuide usa também o padrão *Linked Data* além de usufruir das características dessas ferramentas para o domínio turístico: sensibilidade ao contexto e participação colaborativa. Outra característica da ferramenta proposta é possibilitar o trabalho colaborativo na abordagem do domínio turístico.

Cada ponto turístico avaliado possui várias notas. Dessas notas calcula-se a média. A aba "Sugestões" mantém uma lista em ordem decrescente das médias de avaliações dos pontos de interesse avaliados por todos os usuários. Só aparecem na lista os locais (com suas respectivas médias) que aparecem na área visível do mapa e possuem alguma avaliação. Esta lista pode ser usada como referência para as médias de avaliação dos locais turísticos de uma região. A quantidade de elementos da lista é mantida pela área visível na tela, que é ajustável pelo zoom dado ao mapa. Considera-se que haverá sensores de temperatura em cada ponto de interesse e que as informações sobre o clima podem ser recuperadas por uma API de terceiros para alimentar a base de dados.

3.1 Implementação

Foi escolhida a plataforma Android para desenvolvimento da ferramenta, considerando que esta possui uma comunidade de desenvolvimento mais difundida. Existem ferramentas e tecnologias disponibilizadas que viabilizam uma participação mais ativa dos desenvolvedores para esta plataforma. Na mesma proporção da comunidade de desenvolvedores existe um número maior de usuários portadores de *smartphones* dessa plataforma, o que facilita a pesquisa.

A aplicação necessariamente deve ser inicializada pelo turista para entrar em atividade. O mapa é então apresentado e centralizado na posição corrente do *smartphone*, mostrando todos os pontos de interesse das redondezas visíveis no mapa. Há o recurso de zoom sobre o mapa para exibir mais ou menos pontos de interesse. Foi usada a API do Google Maps² para obter o mapa com botões de controle, com apresentação dos pontos de interesse com seus respectivos nomes, latitude e longitude. Os dados brutos adquiridos pela API são em formato desestruturado, mas posteriormente são padronizados com o padrão *Linked Data*. Na tela inicial a ferramenta apresenta duas abas, "Mapa" e "Sugestões". A aba "Mapa" disponibiliza ao usuário os pontos de interesse que são visíveis na tela, para qualquer que seja a região visível definida para a tela. O usuário pode tocar em um ponto turístico e avaliá-lo atribuindo uma nota entre zero e cinco, representando a avaliação do ponto turístico. A imagem da esquerda da Figura 3 ilustra a tela de apresentação dos pontos de interesse.

TGuide	
MAPA	SUGESTÕES
Sorveteria da Ribeira (-12,912687, -38,494354) ~9,5km	4,0
Praia de Armação (-12,987748, -38,434381) ~7,8km	3,8
Solar do Unhao - MAM (-12,982696, -38,520660) ~2,3km	3,8
Forte do Monte Serrat (-12,929928, -38,517704) ~7,6km	3,0
Elevador Lacerda (-12,974366, -38,513045) ~2,7km	3,0
Farol Da Barra (-13,010307, -38,532888) ~3,3km	3,0
Mercado Modelo (-12,972954, -38,513987) ~2,9km	2,0
Museu Náutico da Bahia (-13,010468, -38,533250) ~3,3km	2,0

Comentários	
18/03/2017 09:49 <i>É uma sorveteria muito antiga</i>	★ 4,5
18/03/2017 09:49 <i>É um sorvete muito famoso</i>	★ 4,0
18/03/2017 09:47 <i>O sorvete é enorme e muito saboroso</i>	★ 4,5
18/03/2017 09:46 <i>O sorvete é muito bom</i>	★ 3,5

Figura 4 - Telas do ranking dos locais e os comentários

A ideia do TGuide é enriquecer as informações contextuais com informações recuperadas de duas bases de dados, a de sensores externos e a de dados do *smartphone*. E também disponibilizar os dados

² Disponível em <https://developers.google.com/maps/?hl=pt-br>

de domínio turístico estruturados para qualquer sistema da Web de dados. Ainda não está sendo tratada a questão da confiabilidade das avaliações e comentários dos turistas. No momento que for feita uma avaliação será apresentada a temperatura obtida da base de dados de sensores externos. Esse dado fica relacionado com as avaliações e posteriormente podem ser usados para uma filtragem de conteúdo. Ademais são apresentadas data, hora, e os espaços para fornecer a nota e um comentário sobre o lugar. A imagem da esquerda da Figura 4 mostra a tela com a lista de médias de avaliações. Considera-se que haverá sensores de temperatura em cada ponto de interesse e que as informações sobre o clima podem ser recuperadas por uma API de terceiros para alimentar a base de dados.

Ao clicar sobre um item da lista vão aparecer todos os comentários referentes ao local turístico selecionado, bem como os outros dados relativos ao comentário que foi feito: data; hora e nota. Como pode ser visto na imagem da direita da Figura 4.

4 Tguide Mashup

Um Mashup consiste em uma aplicação Web que permite enriquecer dados coletados pelo aplicativo Tguide com dados dos sensores IoT (temperatura), que por meio de filtros alternativos como, cidade, bairro, categoria e notas será apresentada em um mapa interativo pontos turísticos com as respectivas avaliações, coordenadas (latitude e longitude) e a temperatura. Para tal, fez-se necessário usar tecnologias disponíveis que permitem o acesso, a persistência e a integração de dados de bases distintas, por exemplo, o Apache Jena-Fuseki e a linguagem de consultas SPARQL.

4.1 Implementação

O Mashup foi implementado usando tecnologias disponíveis como, linguagem Java, API do Google Maps, que permite a visualização de pontos turísticos com as respectivas avaliações, coordenadas (latitude e longitude), a temperatura e a linguagem de consulta de dados semânticos (SPARQL), que possibilita recuperar os dados persistidos, em um *triple store*, em forma de triplas RDF. O acesso às funcionalidades do Mashup é através da interface Web. Os dados provêm de duas fontes distintas, ambas localizadas no servidor da Amazon e com dados semanticamente estruturados. Uma das fontes contém o conjunto de dados Tguide Data que contém dados coletados pelo aplicativo TGuide, a outra base comporta os dados coletados pelos sensores IoT. As bases de dados são relativamente pequenas, possuindo ainda poucos dados (triplas), por exemplo a TGuide Dataset possui 644 triplas, enquanto que a IoTData possui 232 triplas.

4.2 Resultados

A tela inicial do Mashup é composta de um menu com uma caixa de seleção de bairros. Ao ser selecionado um bairro é feita a requisição de locais turísticos presentes naquele bairro. Além desta caixa há também um botão que processa o ponto turístico melhor avaliado e um mapa no qual são apresentados os marcadores de pontos, tal como se observa na Figura 5.

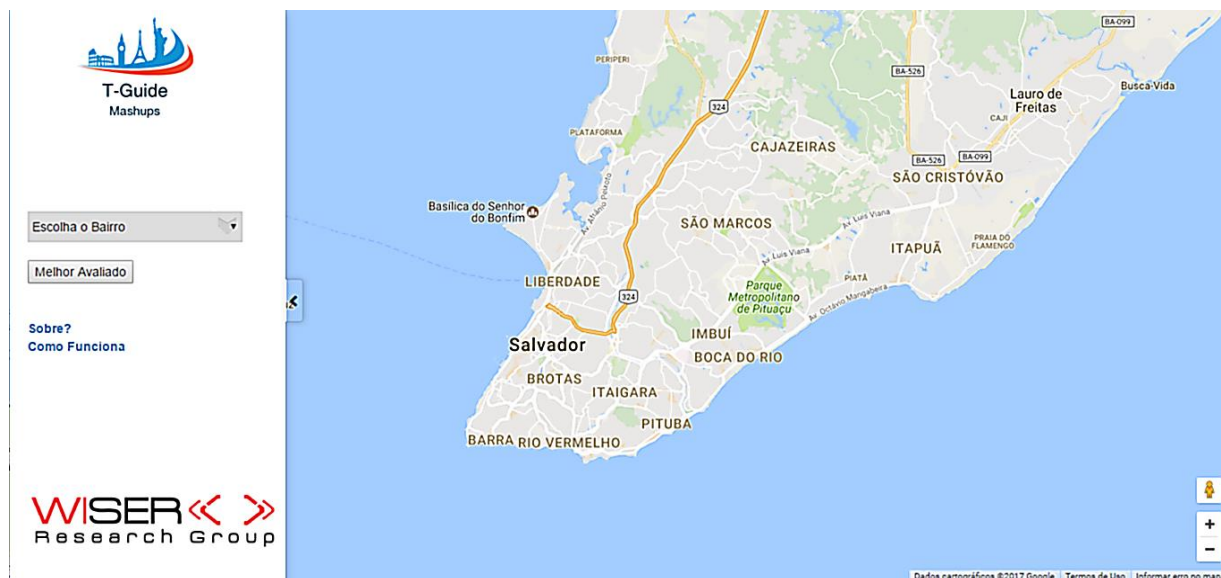


Figura 5 - Interface Mashup T-Guide

Após a escolha do bairro e/ou o acionamento do botão que retorna o ponto melhor avaliado, o sistema fornece ao usuário, em um mapa interativo, pontos turísticos presentes no bairro escolhido bem como o ponto melhor avaliado. Os marcadores vermelhos que aparecem no mapa da Figura 6 representam todos os pontos turísticos de Salvador – BA, pois, o usuário selecionou a opção “Todos os Pontos”.

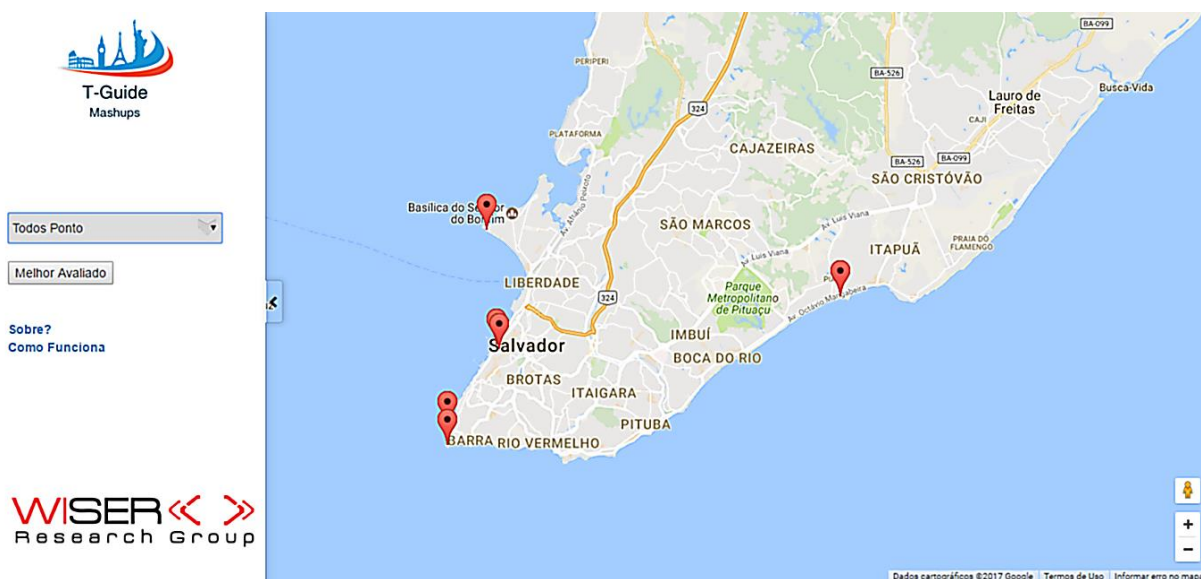


Figura 6: Pontos turísticos de Salvador – BA

Na Figura 7, observa-se que foi selecionado a opção "Barra", neste caso aparecem no mapa todos os pontos turísticos que estão localizados no bairro “Barra” em Salvador – BA.

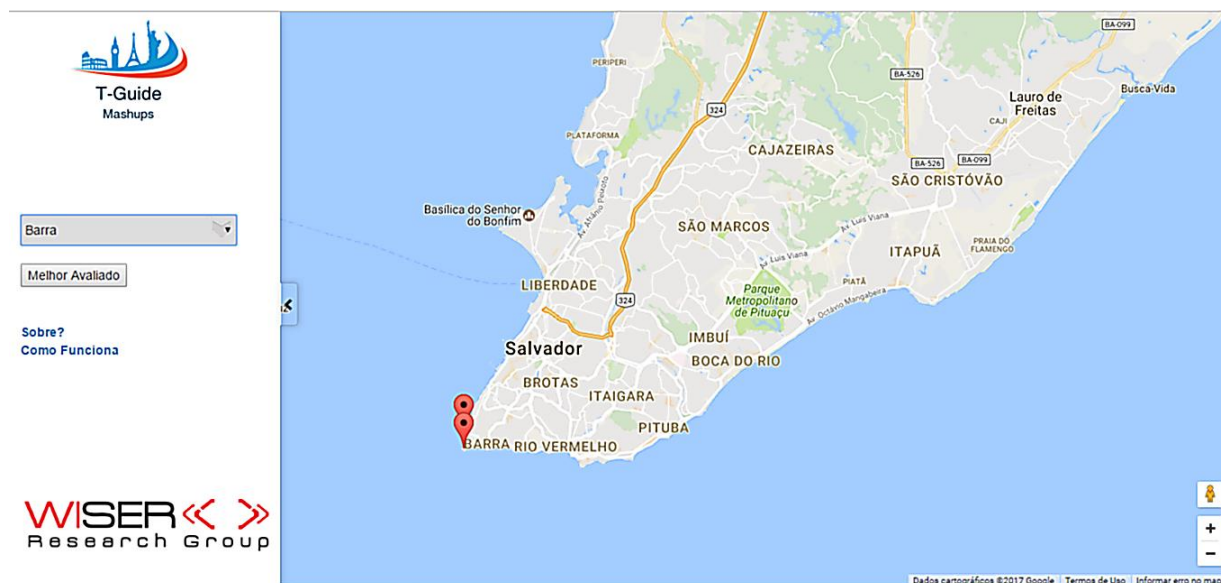


Figura 7: Ponto turístico do bairro “Barra” em Salvador – BA

A Figura 8 ilustra as informações referentes a um dado ponto como, nome do local, latitude, longitude, a temperatura, a nota, a data e a hora, selecionando um respectivo marcador.

Visando facilitar o entendimento do funcionamento da aplicação assim como a sua utilidade, foram inseridos dois links que levam a páginas que tratam do funcionamento da aplicação e da utilidade da mesma.

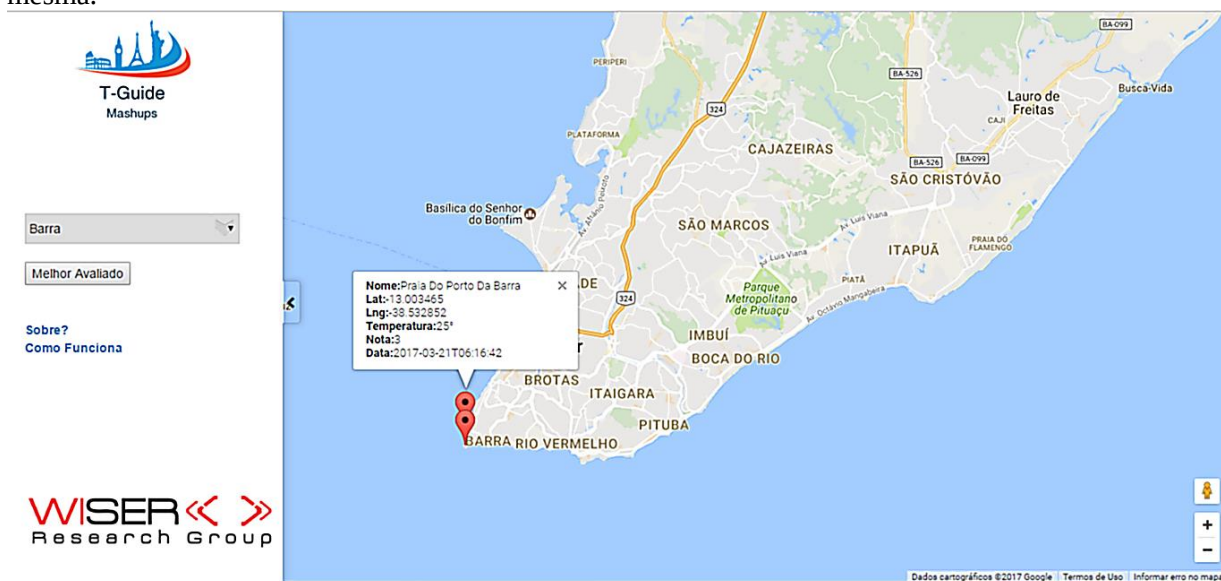


Figura 8: Informações de pontos turísticos da cidade de Salvador – BA

5 Considerações finais

O trabalho ora apresentado trata do desenvolvimento de um aplicativo que faz coleta de dados do domínio turístico. Estes dados são enriquecidos semanticamente pelo aplicativo. Além de ser feita a integração dos mesmos com os que são coletados pelos sensores IoT.

A referida integração é feita mediante o alinhamento dos dados identificados, onde os tipos de dados de ambas as bases são similares e podem ser comparados. O enriquecimento semântico é feito de forma transparente para o usuário, uma vez que essa funcionalidade é feita automaticamente.

Foi demonstrado que: é possível enriquecer dados brutos colhidos tanto por *smartphones* quanto por sensores IoT através das tecnologias da Web Semântica que auxiliam na manipulação de RDF; a recuperação de tal conteúdo (os dados) é possível através de consultas SPARQL; dados de diversas bases de dados podem ser usados para aumentar a quantidade de informações apresentada.

No TGuide Mashup, os dados integrados são usados apenas para apresentação visual, ainda não é feita análise de dados com foco, por exemplo, em sistemas de recomendação. Com esse tipo de análise, será possível, por exemplo, sugerir aos usuários quais locais visitar, dadas as condições climáticas atuais e as condições climáticas históricas, ambas coletadas por sensores IoT. Ou seja, um usuário pode escolher visitar pontos turísticos em que as avaliações positivas ocorreram em condições climáticas similares às atuais. Essa é uma funcionalidade que ainda está em desenvolvimento no aplicativo. O Mashup Web não participa da coleta dos dados, mas apresenta os dados de ambas as bases, TGuide Data e IoT Data.

Referências

- [1] BERNERS-LEE, Tim et al. The semantic web. *Scientific american*, v. 284, n. 5, p. 28-37, 2001.
- [2] BIZER, Christian; HEATH, Tom; BERNERS-LEE, Tim. Linked data-the story so far. *Semantic services, interoperability and web applications: emerging concepts*, p. 205-227, 2009.
- [3] ANACLETO, Ricardo et al. Mobile application to provide personalized sightseeing tours. *Journal of Network and Computer Applications*, v. 41, p. 56-64, 2014.
- [4] MATTERN, Friedemann; FLOERKEMEIER, Christian. From the Internet of Computers to the Internet of Things. *From active data management to event-based systems and more*, p. 242-259, 2010.
- [5] ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. The internet of things: A survey. *Computer networks*, v. 54, n. 15, p. 2787-2805, 2010.
- [6] YUN, Miao; YUXIN, Bu. Research on the architecture and key technology of Internet of Things (IoT) applied on smart grid. In: *Advances in Energy Engineering (ICAEE)*, 2010 International Conference on. IEEE, 2010. p. 69-72.
- [7] EVANS, Dave. The internet of things: How the next evolution of the internet is changing everything. *CISCO white paper*, v. 1, n. 2011, p. 1-11, 2011.
- [8] PEÑA-LÓPEZ, Ismael et al. ITU Internet report 2005: the internet of things. 2005.
- [9] TAN, Lu; WANG, Neng. Future internet: The internet of things. In: *Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE)*, 2010 3rd International Conference on. IEEE, 2010. p. V5-376-V5-380.
- [10] LEITÃO, Cristina. SOA: MASHUPS and composite applications. *Managing Services in the Knowledge Economy Proceedings*, n. 1st edition 2011, p. 489-500, 2011.
- [11] BECKER, Christian; BIZER, Christian. DBpedia Mobile: A Location-Enabled Linked Data Browser. *Ldow*, v. 369, p. 2008, 2008.

-
- [12] VDOVENKO, Andrey et al. World around me client for windows phone devices. In: Proc. 11th FRUCT Conf. 2012. p. 206-208.
- [13] MEEHAN, Kevin et al. Context-aware intelligent recommendation system for tourism. In: Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), 2013 IEEE International Conference on. IEEE, 2013. p. 328-331.
- [14] DE OLIVEIRA, Ronaldo Barbato; PASCHOALIN FILHO, João Alexandre. Mapa interativo para a localização de pontos de entrega voluntária de resíduos recicláveis na cidade de São Paulo. *Exacta*, v. 14, n. 2, 2016.
- [15] HOWE, Jeff. The rise of crowdsourcing. *Wired magazine*, v. 14, n. 6, p. 1-4, 2006.
- [16] BRABHAM, Daren C. Using crowdsourcing in government. IBM Center for The Business of Government, 2013.
- [17] KHALILI, Ali; AUER, Sören. User interfaces for semantic authoring of textual content: A systematic literature review. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, v. 22, p. 1-18, 2013.
- [18] LUND, Arnold M. Measuring Usability with the USE Questionnaire¹². *Usability interface*, v. 8, n. 2, p. 3-6, 2001.
- [19] LIKERT, Rensis. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*, 1932.