



Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em

Computação Aplicada

Mestrado Acadêmico

Thiago Silva de Souza

Ataîru: modelo ubíquo para o turismo com busca dinâmica de conteúdo baseado em dispositivos móveis.

São Leopoldo, 2016

Thiago Silva de Souza

Ataîru: modelo ubíquo para o turismo com busca dinâmica de conteúdo baseado em dispositivos móveis

Dissertação apresentada à Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Computação Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano André da Costa

São Leopoldo
2016

S729a

Souza, Thiago Silva de.

Ataíru : modelo ubíquo para o turismo com busca dinâmica de conteúdo baseado em dispositivos móveis / Thiago Silva de Souza. – 2016.

111 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Computação Aplicada, 2016.

"Orientador: Prof. Dr. Cristiano André da Costa."

1. Computação ubíqua. 2. Turismo ubíquo. 3. Agregação de contextos. 4. Busca dinâmica. 5. Personalização de conteúdo. I. Título.

CDU 004

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Bibliotecário: Flávio Nunes – CRB 10/1298)

Thiago Silva de Souza

Ataíru: modelo ubíquo para o turismo com busca dinâmica de conteúdo baseado em dispositivos móveis.

Dissertação apresentada à Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Computação Aplicada.

Aprovado em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Cláudio Fernando Resin Geyer – UFRGS

Prof. Dr. Rodrigo da Rosa Rigui – UNISINOS

Prof. Dr. Cristiano André da Costa (Orientador)

Visto e permitida a impressão
São Leopoldo, ___ de _____ de _____.

Prof. Dr. Sandro José Rigo
Coordenador PPG em Computação Aplicada

Dedico este trabalho primeiramente a Deus e também a meus pais que sempre me incentivaram a seguir no caminho dos estudos. Também a todos que de forma direta ou indireta me auxiliaram.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao Deus criador de todas as coisas e em seguida a todos os que contribuíram para que esta jornada fosse completada: Professor Dr. Cristiano André da Costa, Professores do PIPCA que também me auxiliam, ao Me. Humberto de Moura Costa, pela ajuda técnica, meus pais pelo apoio em todos os momentos, amigos, pelas palavras de incentivo, familiares, colegas de curso, funcionários da Unisinos e a direção do Instituto Federal do Amazonas – *Campus* Coari, pelo empenho em oportunizar minha participação neste mestrado.

RESUMO

O modo como as pessoas fazem turismo mudou consideravelmente nas últimas décadas. Essas mudanças de comportamento foram influenciadas, entre outros, por fatores tecnológicos, pois os turistas agora possuem diversas ferramentas de apoio desde o momento em que se pensa em fazer turismo, durante o turismo propriamente dito, e até mesmo após ele. Com isso, espera-se muito mais dessas ferramentas de apoio no quesito utilidade, confiabilidade e qualidade no serviço prestado. Muitos estudos têm sido conduzidos nesse sentido, diversos avanços já foram alcançados e atualmente já existem ferramentas que atendem várias demandas atuais dos turistas em seus itinerários. No entanto, a maioria delas não levam em consideração alguns aspectos importantes para que o turista seja realmente auxiliado, como por exemplo, encontrar informações turísticas sobre cidades consideradas de pequeno porte ou distantes de locais turísticos expressivos. O que muito se nota nessas ferramentas atuais, até mesmo nas de cunho comercial, é que somente são contempladas as cidades de grande porte, de alto fluxo de turistas. As demais cidades, que também possuem seus atrativos turísticos, são deixadas de lado. Outra característica comum nas ferramentas atuais é que os guias são gerados previamente e são entregues muitos dados estáticos aos turistas. No modelo de arquitetura desenvolvido neste trabalho, a coleta por informações turísticas acontece de maneira dinâmica, realizando buscas de conteúdo na web em diversas bases de conhecimento abertas e que estão em constante atualização. A partir daí essas informações são organizadas e armazenadas em ontologia, e por fim, entregues ao turista, baseadas em princípios de computação ubíqua. Essa capacidade de realizar buscas na web faz com que um número maior de cidades possa ser encontrado e se consiga chegar a um bom nível de satisfação do turista no uso da ferramenta, bem como eleva a percepção do grau de utilidade da arquitetura proposta. Portanto, o objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo de arquitetura de sistema para o turismo ubíquo, baseado em dispositivos móveis, chamado de Ataïru, que na língua indígena Tupi-Guarani significa “companheiro de viagem”. O modelo considera dados sobre a localização e perfil do turista, bem como sobre dados climáticos, data e hora do local pesquisado, para prover respostas personalizadas aos turistas. Para avaliar o modelo proposto, foram utilizadas três técnicas pertinentes, a saber: avaliação por cenários, avaliação de desempenho e avaliação de usabilidade. Na avaliação de desempenho mostrou-se a viabilidade do modelo através de testes feitos no ambiente de nuvem computacional. Na avaliação de usabilidade foram convidados voluntários para usarem o aplicativo móvel cliente Ataïru, onde o objetivo foi avaliar a (1º) percepção de facilidade de uso e (2º) percepção de utilidade do aplicativo, e a (3º) percepção de utilidade das informações apresentadas, alcançando percentuais de concordância total de 72,5%, 82,5% e 67,5%, respectivamente e de concordância parcial de 27,5%, 15% e 30%, respectivamente. Isso mostra que o modelo supre a necessidade dos turistas de informações turísticas de cidades consideradas pequenas ou distantes de locais turísticos expressivos, tanto no aspecto quantitativo quanto qualitativo.

Palavras-chave: Computação Ubíqua, Turismo Ubíquo, Agregação de Contextos, Busca Dinâmica, Personalização de Conteúdo.

ABSTRACT

The way people do tourism has changed considerably in recent decades. These behavioral changes were influenced, among others, by technological factors, because tourists now have several tools to support from the moment in which it thinks about doing tourism, during the tour itself, and even after it. Thus, it is expected more of these support tools in the category utility, reliability and quality of service provided. Many studies have been conducted in this direction, several advances have been achieved and currently there are already several tools that meet current demands of tourists in their itineraries. However, most of them do not take into account some important aspects for the tourist really be helped, for example, find tourist information about cities considered small or far from significant tourist sites. What very noticeable in these current tools, even in commercial nature, is that only the large cities are contemplated, high flow of tourists. The other cities, which also have their tourist attractions, are set aside. Another common feature in today's tools is that the guides are pre-generated and delivered many static data to tourists. In architectural model developed in this work, the collection of tourist information happens dynamically, making content web searches in several open knowledge bases and are constantly updated. From there the information is organized and stored in ontology, and finally delivered to the tourist, based on principles of ubiquitous computing. This ability to search the web makes a larger number of cities can be found and can reach a good level of tourist satisfaction in using the tool as well as increases the perception of the degree of usefulness of the proposed architecture. Therefore, the objective of this work is to develop a system architecture model for the ubiquitous tourism, based mobile devices, called Ataïru, which in the indigenous language Tupi-Guarani means "traveling companion". The model takes into account data on the location and tourist profile, as well as weather data, date and time of the searched location, to provide personalized answers to tourists. To evaluate the proposed model, we used three techniques relevant, namely: evaluation of scenarios, performance evaluation and evaluation of usability. In performance evaluation proved the viability of the model by testing done in the cloud computing environment. In evaluating usability volunteered invited to use the mobile client application Ataïru, where the objective was to evaluate (1) perceived ease of use and (2) application utility perception, and (3) perceived usefulness of the information presented, increasing percentage of total concordance of 72.5%, 82.5% and 67.5%, respectively, and partial concordance 27.5%, 15% and 30%, respectively. This shows that the model supplies the need of tourist of tourist information about cities considered small or far from significant tourist sites, both in quantitative and qualitative aspect.

Keywords: Ubiquitous Computation, Ubiquitous Tourism, Context Aggregation, Dynamic Search, Content Personalization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolução do fluxo de turistas no mundo de 2005 a 2013.....	24
Figura 2: Visão geral de conjuntos de dados interligados à DBpedia.....	35
Figura 3: Endpoint DBpedia Sparql.....	36
Figura 4: Exemplo de utilização do Osmdroid.....	37
Figura 5: Exemplo de código Html utilizando a Widget API do Panoramio.....	38
Figura 6: Exemplo de código JavaScript usando a Widget API do Panoramio.....	38
Figura 7: Exemplo de código utilizando a Panoramio Data API.....	39
Figura 8: Exemplo de resultados em consultas usando a Panoramio Data API.....	39
Figura 9: Wikivoyage.....	40
Figura 10: Modelo Conceitual da Arquitetura UbiTour.....	42
Figura 11: Detalhamento da arquitetura do componente Context Environment.....	43
Figura 12: Imagens do protótipo do cliente UbiTour.....	44
Figura 13: Web Services do servidor UbiTour.....	45
Figura 14: Diagrama com algumas entidades do modelo de dados de contexto TourExp.....	46
Figura 15: Lista de vocabulários ligados a partir do modelo de dados TourExp.....	47
Figura 16: Arquitetura da plataforma de gerenciamento de contexto do TourExp.....	47
Figura 17: Ambientes Inteligentes e suas conexões com o servidor central.....	49
Figura 18: Arquitetura TKGS.....	50
Figura 19: Gráfico de exemplo de relacionamentos.....	52
Figura 20: Exemplo de resultados em uma aplicação de realidade aumentada.....	53
Figura 21: Website TripAdvisor.....	56
Figura 22: Aplicativo TripAdvisor.....	56
Figura 23. Triposo.....	57
Figura 24 – TouristEye.....	58
Figura 25. GuiaMais Turismo.....	58
Figura 26: Visão geral do Ataïru.....	61
Figura 27: Arquitetura do Modelo Ataïru.....	62
Figura 28: Componente Mediador Serviço.....	63
Figura 29: Componente Gerente de Perfil.....	64
Figura 30: Componente Gerente de Histórico.....	64
Figura 31: Componente Gerente Social.....	65
Figura 32: Componente Gerente de Contexto.....	66

Figura 33: Base de Conhecimento.....	67
Figura 34: Componente Buscador de Conteúdo Web.	68
Figura 35: Fluxograma de atividades do componente Buscador de Conteúdo Web.....	69
Figura 36: Arquitetura do Cliente Ataîru.	69
Figura 37: Classes da Ubitourism 2 no Protégé.	71
Figura 38: Código para verificar se o conteúdo solicitado já existe na ontologia.....	75
Figura 39: Código de busca de POIs de uma cidade, já cadastrados na ontologia.....	75
Figura 40: Busca de conteúdo no Apontador.	76
Figura 41: Busca de conteúdo na DBpedia.	76
Figura 42: Requisição HTTP ao serviço Ataîru usando a biblioteca Retrofit.....	78
Figura 43: Capturas de telas do cliente Ataîru.	78
Figura 44: Notebook e dispositivos móveis usados na implementação e testes.....	79
Figura 45: Tela principal do Cliente Ataîru.....	82
Figura 46: Tempo médio de busca na Web por quantidade de POIs.	85
Figura 47: Tempo médio de armazenamento na ontologia por quantidade de POIs.....	85
Figura 48: Quantidade média de armazenamento de POIs por segundo na ontologia.	86
Figura 49: Tempo médio de busca e armazenamento na ontologia por quantidade de POIs...	86
Figura 50: Tempo total de resposta a requisição por cidade.	87
Figura 51: Resultado da avaliação sobre a facilidade de uso.	89
Figura 52: Resultado da avaliação de percepção de utilidade do aplicativo.	90
Figura 53: Resultado da avaliação de percepção de utilidade das informações apresentadas.	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tipos de contextos usados no domínio do turismo.	31
Tabela 2: Comparação entre os modelos estudados.	54
Tabela 3: Cidades utilizadas nos testes de busca Web e população estimada.....	83
Tabela 4: Quantidade de POIs retornados na busca Web por cidade.....	84
Tabela 5: Resultado da avaliação sobre a facilidade de uso.....	89
Tabela 6: Resultado da avaliação de percepção de utilidade do aplicativo.....	90
Tabela 7: Resultado da avaliação de percepção de utilidade das informações apresentadas...	91
Tabela 8: Comparação do Ataïru com os trabalhos relacionados.	96

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACM	Association for Computing Machinery
API	Application Programming Interface
ARQ	A SPARQL Query for Jena
EMBRATUR	Instituto Brasileiro de Turismo
ETG	Electronic Tourist Guide
GB	Gigabyte
GPRS	General Package Radio System
GPS	Global Positioning System
HD	Hard Disk
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IJCA	International Journal of Computer Applications
JSON	JavaScript Object Notation
JSON-P	JavaScript Object Notation With Padding
JSON-LD	JavaScript Object Notation for Linked Data
MTG	Mobile Tourist Guide
MTUR	Ministério do Turismo
NU	Nações Unidas
OMT	Organização Mundial do Turismo
ONU	Organização das Nações Unidas
OWL	Web Ontology Language
PIPCA	Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Computação Aplicada
POI	Point of Interest
RDF	Resource Description Format
RDF-S	Resource Description Format Schema
RDF-A	Resource Description Format in Attributes
RFID	Radio-Frequency IDentification
SPARQL	SPARQL Protocol and RDF Query Language
TKGS	Tourist Keeping and Guiding System
Ubicomp	Ubiquitous Computing
UbiTour	Ubiquitous Tourism
UML	Unified Modeling Language

UNISINOS	Universidade do Vale do Rio dos Sinos
URI	Uniform Resource Identifier
UTG	Ubiquitous Tourist Guide
W3C	World Wide Consortium
Wi-Fi	Wireless Fidelity
XML	Extensible Markup Language

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
1.1 Motivação	24
1.2 Questão de pesquisa	26
1.3 Objetivos	27
1.4 Organização do texto	27
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	29
2.1 Turismo Ubíquo	29
2.2 Ciência de Contexto no Domínio do Turismo	30
2.3 Tecnologias e Métodos de Suporte à busca de Conteúdo na Web	32
2.4 O Conteúdo Turístico disponível na World Wide Web	34
2.4.1 DBpedia	35
2.4.2 OpenStreetMap	36
2.4.3 Panoramio e Google Views	37
2.4.4 Wikivoyage	39
2.5 Considerações Finais	40
3 TRABALHOS RELACIONADOS	41
3.1 Modelos Científicos de Turismo Móvel e Ubíquo	41
3.1.1 UbiTour	42
3.1.2 TourExp	45
3.1.3 TKGS	48
3.1.4 (OZDIKIS; ORHAN; DANISMAZ, 2011).	52
3.2 Comparação entre os modelos estudados	54
3.3 Modelos Comerciais de Turismo Móvel e Ubíquo	55
3.3.1 TripAdvisor	55
3.3.2 Triposo	57
3.3.3 TouristEye	57
3.3.4 GuiaMais Turismo	58
3.4 Considerações Finais	60
4 O MODELO ATAÏRU	61
4.1 Arquitetura	61
4.2 Serviço Ataïru	62
4.2.1 Mediador Serviço	63
4.2.2 Gerente de Perfil	63
4.2.3 Gerente de Histórico	64
4.2.4 Gerente Social	65
4.2.5 Gerente de Contexto	65
4.2.6 Base de conhecimento	67
4.2.7 Buscador de Conteúdo Web	68
4.3 Cliente Ataïru	69
4.4 Ontologia Proposta	71
5 IMPLEMENTAÇÃO	73
5.1 Serviço Ataïru	73
5.2 Cliente Ataïru	77
5.3 Ambiente de Experimentação	79
6 AVALIAÇÃO	81
6.1 Avaliação por Cenários	81
6.2 Avaliação de desempenho	82
6.3 Avaliação de Usabilidade	87
6.4 Considerações sobre as avaliações	92
7 CONCLUSÃO	95
7.1 Trabalhos Futuros	97
REFERÊNCIAS	99
APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE	107

1 INTRODUÇÃO

Quando se fala em turismo, o significado dessa palavra pode variar em um grande conjunto de informações, visto sua abrangência no imaginário popular. Para muitos, pode ser sinônimo de lazer e diversão, para outros, aquisição de conhecimentos ou até mesmo ganho financeiro. Ao longo dos anos, os significados para o turismo foram se modificando à medida que um melhor entendimento foi desenvolvido a respeito dele. Atualmente percebeu-se que o turismo abrange um vasto conjunto de atividades e dessa forma os conceitos foram se moldando para acomodar essa abrangência.

A Organização Mundial do Turismo (OMT), afirma que o turismo é um conjunto de atividades que as pessoas realizam quando viajam para um destino diferente do seu ambiente habitual, por um período menor que um ano, com o objetivo de lazer, negócio ou outros motivos pessoais, desde que não seja remunerado (CUENTA, 2008). Para Singh & Singh (2015) o turismo é um domínio em que os indivíduos visitam cidades e lugares que não estão familiarizados com eles e que gostariam de conhecê-los. Essas definições demonstram a abrangência de atividades que o turismo engloba atualmente, e, como resultado dessa expansão de atividades, segmentos como o “turismo étnico”, “turismo cívico”, “turismo médico”, entre outros, passaram a existir para atender as demandas dos turistas por atividades diversificadas.

A revolução no setor de transportes foi um dos grandes propulsores para o desenvolvimento do turismo, pois as pessoas ganharam facilidade de se locomover para lugares distantes ou de difícil acesso. Entretanto, um fator foi crucial para essa evolução: a revolução no mundo tecnológico. Essa revolução permitiu o desenvolvimento de diversos setores da sociedade, e o setor turístico foi um dos que se beneficiaram do aparecimento das novas tecnologias da informação e comunicação (DAVARI et al., 2012; GUIMARÃES; BORGES, 2008) galgando passos cada vez maiores rumo à consolidação desse setor que é uma das maiores indústrias mundiais (MAKEDOS; TRYFONA, 2013).

Todas essas transformações tanto no turismo quanto no mundo tecnológico, têm surtido efeito sobre o ser humano de um modo geral, e conseqüentemente sobre os turistas e a maneira como pensam, planejam e fazem turismo. Se em décadas passadas para fazer turismo era necessário recorrer a mapas e guias impressos (CARVALHO; CUNHA; MORAIS, 2010), ou contratar uma agência de viagens, hoje a Internet é uma das principais fontes de informações sobre destinos turísticos (MAKEDOS; TRYFONA, 2013). Em relação às informações turísticas contidas na web, além do fato de que nem sempre se possa garantir a confiabilidade, o volume de informações que atualmente ela comporta é gigantesco e os turistas não possuem tempo para verificar e coletar todas elas (GUIMARÃES; BORGES, 2008). Segundo Lamprianidis et al. (2014), além de heterogêneos e diversificados, esses conteúdos variam em qualidade e precisão. Nesse cenário é imprescindível a existência de ferramentas que filtrem essas informações baseadas nas particularidades de cada turista, evitando a sobrecarga de informações (OUANAIM et al., 2010).

A partir do reconhecimento dessa necessidade, aliando à atual facilidade de acesso à Internet a partir de diferentes tipos de dispositivos a qualquer hora e qualquer lugar, diversas ferramentas de cunho acadêmico e comercial surgiram com o intuito de auxiliar os turistas em suas jornadas (COSTA, 2013; ZARMPPOU; DROSOPOULOU; VLACHOPOULOU, 2013). Atualmente, essas ferramentas atuam como mediadoras entre os turistas e os destinos turísticos, diminuindo consideravelmente o tempo e esforço necessários para o planejamento e

realização de uma viagem turística. Pode-se afirmar que hoje essas ferramentas de apoio ao turismo são uma realidade, exemplos disso são o Ubitour (COSTA, 2013), o TKGS (DAVARI et al., 2012) e o TourExp (BUJÁN et al., 2013). Todos esses trabalhos procuram fornecer suporte ao turista de maneira eficaz, no entanto, boa parte deles não levam em consideração alguns aspectos de extrema importância para que o turista seja realmente auxiliado, como por exemplo, encontrar informações turísticas sobre cidades consideradas de pequeno porte, com menor número de habitantes ou distantes de locais turísticos expressivos.

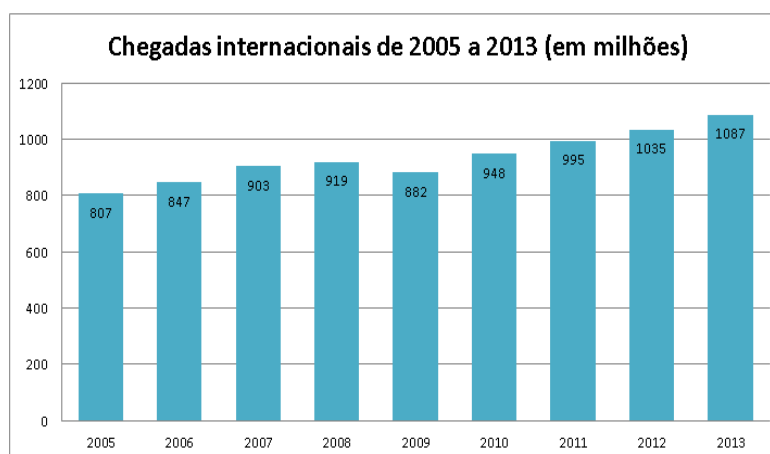
É comum nas ferramentas atuais que somente sejam contempladas cidades de grande porte, ou de grande expressão para a indústria turística. As demais cidades, que também possuem seus atrativos turísticos de qualidade, são deixadas de lado e os turistas que precisam de informações sobre essas cidades acabam não sendo auxiliados. Outra característica comum nas ferramentas atuais é que os guias turísticos são gerados previamente ou os dados turísticos são inseridos manualmente. Além disso, muitas vezes dados estáticos são entregues aos turistas, perdendo assim o fator atualização dos conteúdos turísticos.

Portanto, o objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo de arquitetura de sistema para o turismo, chamado Ataíru, que na língua indígena Tupi-Guarani significa “companheiro de viagem” (ALEGRE, 2015; ARUANDA, 2015), baseado em dispositivos móveis, que faça uma busca de maneira dinâmica em fontes de conteúdo abertas disponíveis na web à procura de informações turísticas. O modelo proposto considera conceitos da computação ubíqua, como a localização do turista, dados sobre o seu perfil, dados climáticos, data e hora do local pesquisado, para prover desta forma, conteúdos personalizados aos turistas.

1.1 Motivação

Além dos aspectos sociais e culturais, o turismo é considerado uma das atividades econômicas que mais cresce do mundo contemporâneo (YUEH et al., 2007). Confirmam esse crescimento, dados da Organização Mundial do Turismo (UNWTO, 2014), onde é possível observar que de 2005 a 2013, as viagens internacionais alcançaram um crescimento de 3,8% ao ano em média, alcançando 5% de aumento em 2013 em relação a 2012. Ainda que os dados sobre o turismo sejam voláteis, de uma maneira geral observa-se a força de crescimento que o setor turístico tem atingido nos últimos anos, conforme observado na Figura 1.

Figura 1: Evolução do fluxo de turistas no mundo de 2005 a 2013.



Fonte: Organização Mundial do Turismo (UNWTO, 2014).

No Brasil, o turismo está em pleno desenvolvimento (BARBOSA, 2014), alcançando níveis mais elevados que a média mundial a cada ano. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Turismo – Embratur, no ano de 2014, somente no período da Copa do Mundo de Futebol, mais de 1 milhão de turistas internacionais estiveram no Brasil (EMBRATUR, 2015). Em 2013 o turismo brasileiro cresceu 5% em relação a 2012, ante os 3% da média mundial (EMBRATUR, 2013). Esse crescimento do número de chegadas tem relação direta com o aumento do montante financeiro deixado por esses turistas no país. Ainda segundo levantamento da Embratur, em 2014 foi registrado um saldo de US\$ 6,914 bilhões deixados pelos turistas internacionais, configurando novo recorde. E se for considerado o período de 2005 até 2014, o crescimento na entrada de divisas através do turismo foi de 79% (EMBRATUR, 2015).

Todas essas informações demonstram que as pessoas estão mais interessadas no turismo e estão viajando cada vez mais motivados por ele. Também demonstram o potencial que o turismo possui na geração de capital financeiro e conseqüentemente na geração de emprego e renda em um país que fomenta o turismo em suas diversas formas. Os gestores turísticos e criadores de políticas públicas já se deram conta desse potencial e tem se utilizado desse artifício para desenvolver suas regiões de atuação (JR; MARTINS; DELUCA, 2013), e isso tem acarretado no aumento da competitividade da indústria do turismo (CARMONA; COSTA; RIBEIRO, 2014), levando os provedores de destinos turísticos a elaborarem maneiras de promover inovações de forma a diferenciá-los e destacá-los do restante do mercado.

Como resultado dessa evolução no turismo associado ao fato de que as tecnologias tem se popularizado cada vez mais, como por exemplo, os *smartphones*, *tablets* e dispositivos vestíveis, com capacidade de conexão com a Internet (OZDIKIS; ORHAN; DANISMAZ, 2011), a informação turística passou a estar acessível em praticamente qualquer lugar e a qualquer hora, permitindo alcançar um número de turistas em potencial cada vez maior (GUIMARÃES; BORGES, 2008). Segundo Jr; Martins & Deluca (2013), a informação sobre as atrações turísticas de uma cidade ou região tem um papel muito importante para o sucesso de tais atrações ao passo que agrega valor às mesmas.

Muitas pesquisas têm sido desenvolvidas com o intuito de desenvolver ferramentas capazes de dar suporte ao pleno exercício do turismo, desde o momento de planejamento, durante o turismo propriamente dito e até mesmo após ele (MAKEDOS; TRYFONA, 2013) (GAVALAS; KENTERIS, 2011), mesmo assim, ainda existem dificuldades a serem vencidas. Para Kenteris; Gavalas; Economou (2011) um dos maiores desafios para a pesquisa em turismo atualmente é prover informações cada vez mais personalizadas, de acordo com as necessidades de cada turista. Esse desafio é endossado por Ouanaim et al. (2010), quando afirma haver a necessidade de cada turista ser atendido de maneira personalizada. Entretanto, provê a personalização de maneira eficiente nem sempre é uma tarefa trivial (BUJÁN et al., 2013).

Também motiva este trabalho o fato de que há ainda deficiências em relação aos aplicativos turísticos mais utilizados na atualidade, aplicativos de grandes empresas do ramo do turismo, haja vista que em tais aplicativos, como por exemplo o Triposo (TRIPOSO, 2014), TripAdvisor (TRIPADVISOR, 2014), TouristEye (TOURISTEYE, 2014), os dados que são apresentados aos turistas já estão presentes nas estruturas de armazenamento da aplicação. Além disso, a maioria deles prioriza cidades grandes do ponto de vista do número de habitantes ou cidades com grande movimentação de turistas. Mesmo quando são encontradas informações sobre cidades consideradas de pequeno porte, são geralmente em um número reduzido.

Portanto, a motivação para este trabalho se caracteriza a partir da união dos quatro aspectos citados acima: (1º) oportunidades de negócios que o crescimento do setor turístico tem proporcionado; (2º) facilidade de acesso às tecnologias de informação e comunicação que se popularizaram nos últimos anos (ZARMPOU; DROSOPOULOU; VLACHOPOULOU, 2013); (3º) o desafio de prover personalização de conteúdo de maneira transparente ao turista; (4º) e por fim, a lacuna deixada pelos principais aplicativos turísticos pela deficiência na busca dinâmica de conteúdo sobre cidades consideradas de pequeno porte. Este trabalho procura dirimir os desafios da apresentação de conteúdo personalizado aos turistas, porquanto se propõe a desenvolver mecanismos de busca baseadas no perfil do turista e dos fenômenos que acontecem ao seu redor, para que a experiência turística se torne algo agradável e realizadora, acarretando crescimento econômico para a região de destino escolhida pelo turista.

1.2 Questão de pesquisa

Como resultado de pesquisa relacionada ao estado da arte sobre a computação aplicada ao turismo, foi formulada uma questão de pesquisa a qual este trabalho propõe-se a responder, a saber:

“Como deve ser um *modelo ubíquo* focado no turismo, que através da *ciência de contexto*, realiza uma *busca dinâmica* na web para obter informações turísticas a respeito de *qualquer cidade pesquisada*?”.

Entende-se por *modelo ubíquo*, uma arquitetura computacional baseada em dispositivos móveis heterogêneos, abrangendo características da computação ubíqua, ou seja, que possa ser acessado de qualquer lugar e a qualquer momento através de redes sem fio e que seja transparente ao usuário à medida que se insere sutilmente na rotina dos mesmos (COSTA; YAMIN; GEYER, 2008; WEISER, 1999).

Em relação ao termo *ciência de contexto* (DEY, 2001), entende-se ser a propriedade pela qual um modelo ubíquo utiliza diferentes sensores e interfaces, como por exemplo, o GPS (Global Positioning System), RFID (Radio-Frequency IDentification), NFC (Near Field Communication), QR CODE (Quick Response Code), sensores de umidade e temperatura, entre outros, para reconhecer o ambiente em que o turista se encontra, como localização e condições climáticas, bem como informações sobre o perfil do turista, como necessidades especiais, restrições de tempo e financeiras, para personalização das informações retornadas nas buscas feitas pelos turistas.

Quando se fala em *busca dinâmica na web*, pretende-se desenvolver um mecanismo computacional que faça uma busca em bases de dados abertas disponíveis na web de forma que as informações a serem entregues aos turistas possam ser as mais atualizadas e confiáveis possíveis, já que essas bases estão em constante desenvolvimento e atualização. Uma vez buscadas essas informações, elas são armazenadas em ontologias (GRUBER, 1993) de forma a melhor estruturar as informações, padronizando a busca e permitindo uma melhor análise desse conhecimento gerado.

Atualmente existem diversas investidas empresariais e institucionais com o intuito de prover bases de dados sobre o turismo para serem consumidos tanto por pessoas quanto por computadores. Exemplos concretos dessa afirmação são o projeto DBpedia (DBPEDIA, 2015a), o OpenStreetMap (OPENSTREETMAP, 2015), o Panoramio (PANORAMIO, 2015a), o Google Views (GOOGLE, 2015a), e a Wikivoyage (WIKIVOYAGE, 2015a).

Todas essas ferramentas estão disponíveis na web e são fontes de informações turísticas atualizadas e consistentes, além de a maioria disponibilizar interfaces de acesso às suas bases de dados.

Já em relação à sentença *qualquer cidade pesquisada*, pretende-se que o modelo seja capaz de retornar no mínimo as informações turísticas mais relevantes sobre uma determinada cidade, especialmente as de pequeno porte, que possua ou não locais turísticos expressivos. Quando forem citados os termos “cidades de pequeno porte”, entenda-se se referir apenas ao aspecto relacionado ao número de habitantes ou a distância de locais turísticos expressivos, não considerando aspectos geográficos ou econômicos, haja vista que uma definição unânime a respeito do termo ou até mesmo do número de habitantes de cada categoria de cidade ainda está em desenvolvimento, conforme observado em Lopes; Henrique (2010), Olanda (2008), Fresca (2010).

Portanto, para a resolução da questão, busca-se desenvolver uma arquitetura de sistema turístico que apresente ao turista conteúdos consistentes e personalizados, a respeito de qualquer cidade pesquisada, tomando como referência diversas propostas existentes atualmente que tratam de questões semelhantes.

1.3 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um modelo ubíquo focado no domínio do turismo, que faça uma busca dinâmica na web considerando a ciência de contexto para obter informações turísticas sobre qualquer cidade.

Além do objetivo principal, destacam-se também os seguintes objetivos específicos que neste trabalho propõe-se a alcançar. São eles:

- a) Obter um panorama atual de pesquisas em computação móvel e ubíqua, e turismo ubíquo;
- b) Determinar os tipos de informações contextuais que são mais relevantes para a personalização de conteúdo no domínio do turismo;
- c) Desenvolver um método computacional de pesquisa em diferentes bases de dados abertas sobre turismo disponíveis na web, através do qual serão recolhidas e agregadas as informações que serão disponibilizadas aos turistas;
- d) Definir uma estrutura básica dos componentes da arquitetura proposta neste trabalho, bem como suas funções, características e suas interações com os demais componentes;

1.4 Organização do texto

A organização deste trabalho se dá através de 7 capítulos. Após o capítulo inicial, como informações gerais e contextuais sobre o assunto ora tratado, no capítulo 2 está uma explanação detalhada sobre os assuntos considerados relevantes para entendimento e desenvolvimento deste trabalho, ou seja, a fundamentação teórica, que abrange assuntos como o turismo ubíquo, a ciência de contexto no domínio do turismo, a semântica das informações contidas na web e sobre o conteúdo turístico disponível nela. No capítulo 3 estão detalhados

os trabalhos relacionados a esta pesquisa e no final da exposição é feita uma comparação entre esses trabalhos, visando analisar e consolidar a definição da lacuna a ser preenchida. Já no capítulo 4 se encontra uma exposição detalhada a respeito do modelo de arquitetura ora proposto, o Ataîru, com suas características e funcionalidades. No capítulo 5 são apresentados detalhes sobre a implementação do modelo no tocante às metodologias e tecnologias utilizadas. No capítulo 6 são expostas as três avaliações às quais o modelo Ataîru foi submetido. No capítulo 7, por fim, são apresentadas as conclusões finais sobre o trabalho realizado, contribuição científica, informações sobre trabalhos futuros e demais considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são explanados assuntos de suma importância para o entendimento deste trabalho, haja vista suas intrínsecas ligações com o tema aqui abordado. Os temas estão divididos em duas partes distintas, mas ao mesmo tempo relacionadas pela aplicabilidade. Nas primeiras duas subseções estão considerações sobre o turismo ubíquo e suas principais características e seus desafios atuais, principalmente em relação à ciência de contexto. Nas duas últimas subseções são abordados temas sobre a organização de conteúdo na web e as iniciativas que visam conceder significado, facilitando o acesso, distinção e disseminação, e, por fim, sobre a forma com os conteúdos turísticos estão inseridos na web, suas características e métodos de acesso. Ao final do capítulo são feitas breves considerações sobre os temas explanados e suas relações com o objetivo deste trabalho.

2.1 Turismo Ubíquo

Os sistemas de informações turísticas são essenciais para evitar a sobrecarga de informação que pode ocorrer devido ao volume de informações contidas na web, pois ela se tornou a fonte de informações primária dos turistas modernos (MAKEDOS; TRYFONA, 2013). Nesse cenário, o turismo ubíquo, que pode ser entendido com uma evolução ou expansão do conceito de turismo móvel, se coloca com abordagem mais adequada para atender as demandas atuais dos turistas.

Para o correto entendimento do turismo ubíquo é necessário antes entender os conceitos que envolvem a computação ubíqua. Segundo Ramos & Betini (2014) a computação ubíqua é tecnologia incorporada em aparelhos de uso cotidiano, alterando o modo como os utilizadores interagem com aplicações, confirmando a célebre frase de Weiser (1999, p. 1) que diz que “as tecnologias mais profundas são aquelas que desaparecem. Elas dissipam-se nas coisas do dia a dia até tornarem-se indistinguíveis.” Ainda segundo Weiser (1999), descrevendo o que seria necessário para a consolidação da computação ubíqua, elencou: computadores de baixa potência e custo com telas adequadas, softwares que deem suporte a aplicações onipresentes e uma rede que una todos esses computadores e softwares, previsão essa que se tornou realidade nos dias atuais, segundo observado em Ozdikis; Orhan; Danismaz (2011) e Zarpou; Drosopoulou; Vlachopoulou (2013).

Turismo Ubíquo (*Ubiquitous Tourism*) tem sido considerado uma evolução do Turismo Móvel (*Mobile Tourism*), em que o acesso à informação turística se dá através de dispositivos móveis (COSTA, 2013), aplicando os conceitos da computação ubíqua, também chamada de computação pervasiva, dentro do domínio do turismo, o que se revela fundamental, visto que atualmente os turistas estão ávidos por conteúdo que esteja acessível em qualquer lugar, qualquer momento, em diversos tipos de dispositivos e adequados às suas necessidades. Conseqüentemente, entende-se por Guias de Turismo Ubíquo (*Ubiquitous Tourism Guide - UTG*), uma evolução de Guias de Turismo Móvel (*Mobile Tourism Guide - MTG*), que incorporam as diretrizes do turismo ubíquo (COSTA, 2013).

Dentro do domínio do turismo ubíquo há ainda um fator essencialmente importante que deve ser considerado em um sistema de informação turística: a mobilidade humana, que é indissociável do turismo. Essa mobilidade durante uma viagem turística acarreta em

constantes mudanças no meio ambiente em que o turista se encontra e no próprio turista (BUJÁN et al., 2013) e exige que os guias turísticos se adaptem a essa realidade.

A capacidade de reconhecer o ambiente do em que o turista se encontra, bem como a situação do próprio turista tem sido chamada de sensibilidade ao contexto (COSTA, 2013) ou ciência de contexto (SILVA et al., 2009), e tem sido o foco principal de muitas pesquisas em turismo. Esses conceitos serão analisados na subseção seguinte.

2.2 Ciência de Contexto no Domínio do Turismo

De maneira simplificada, ciência de contexto é a propriedade pela qual um sistema é capaz de acompanhar a mobilidade do turista reconhecendo tudo que o envolve, para permitir adaptação da aplicação (LEMOS et al., 2012; SILVA et al., 2009). Para Dey (2001), um sistema ciente de contexto usa o contexto para fornecer informações e/ou serviços relevantes aos usuários, dependendo de suas tarefas. Através da ciência de contexto, sistemas podem ajudar os turistas a encontrarem informações relevantes mais rapidamente e com mais precisão (ALHINDI et al., 2015). Segundo Buján et al. (2013), existem diferentes formas de conceber o significado de contexto no domínio do turismo, alguns autores consideram o contexto como os arredores da interação entre o usuário e a aplicação, outros consideram as tarefas do usuário como a principal informação de contexto para o sistema. Ainda, genericamente, contexto é considerado como o conjunto de informações necessárias para caracterizar a situação de uma entidade (DEY, 2001). Embora haja diferenças conceituais, entre as aplicações turísticas mais populares estão aquelas que utilizam o conhecimento sobre a localização do turista como informação de contexto principal (BIANCALANA et al., 2013).

Nos estudos de Zampou; Drosopoulou; Vlachopoulou (2013), verificou-se ser a localização um fator crucial para o sucesso de aplicações móveis focadas no turismo. O uso deste tipo de contexto alcançou grande crescimento à medida que dispositivos detectores de localização, como o GPS, passaram a estar embutidos em diversos equipamentos eletrônicos, como smartphones e câmeras digitais. Além disso, tecnologias com o RFID, NFC, e QRCODE permitem que a localização seja informada a um turista em deslocamento. O reconhecimento desse tipo de contexto tem sido a base para muitas aplicações turísticas cientes de contexto, principalmente para recomendação de POIs (Pontos de Interesse) (BIANCALANA et al., 2013). A localização pode se referir a localização do turista, de objetos, de destinos turísticos e outros envolvidos no turismo (COSTA, 2013).

Entretanto, somente a localização pode não ser suficiente para prover personalização de recursos; é preciso saber informações sobre o perfil do turista. Segundo Ouanaim et al. (2010) o perfil do turista é comumente usado para dar suporte à personalização conferindo melhor usabilidade aos sistemas através da adaptação automática às necessidades e preferências do turista. Esse tipo de contexto tem sido largamente usado em pesquisas no domínio do turismo e atualmente tem-se procurado obter o máximo de informações possíveis do turista sem ele ter que preencher extensos formulários, ou seja, busca-se a transparência na aquisição desses dados. Uma estratégia muito adotada atualmente, como observado em diversos trabalhos científicos, é através do acesso ao perfil do turista em redes sociais, como o Facebook. Segundo Buján et al. (2013), esta forma de aquisição de informações sobre o turista torna a aplicação mais amigável. O turista precisa apenas aceitar ceder seus dados da rede social para ser usado pelo UTG. Isso diminui bastante a quantidade de interação necessária entre o sistema e o turista.

Além da localização e perfil, outros tipos de informações de contexto têm sido consideradas importantes dentro do domínio do turismo por diversos autores. Gavalas & Kenteris (2011), por exemplo, citam o tempo (data e hora local), condições climáticas e os locais já visitados pelo turista como informações necessárias para funções de um UTG, como a recomendação de POIs baseada na previsão do tempo ou de acordo com o período da viagem turística. Buján et al. (2013) cita tipo de dispositivo de acesso (por exemplo, *smartphone* e *tablet*) como um contexto importante para adequar as funções do UTG e a forma de interação com o turista, além dos meios de transporte, para orientação do turista sobre como chegar a um POI. Costa (2013) cita também as restrições financeiras e de tempo como informações de contexto relevantes para um UTG, pois há situações onde o turista tem um limite de gastos por período de tempo ou por tipo de atividade, além do limite de tempo da visita a um destino turístico. A Tabela 1 apresenta exemplos de tipos de informações contextuais utilizadas em aplicações para o domínio do turismo.

Tabela 1: Tipos de contextos usados no domínio do turismo.

Tipo de contexto	Função
Localização	Fornecer base de informação sobre a localização geográfica de turistas, destinos turísticos, e lugares de um modo geral.
Perfil de usuário	Fornecer base de informações gerais sobre o turista, como nome, sexo, data de nascimento, cidade natal.
Tipo de viagem	Permitir adequação de serviços de UTGs ao tipo de viagem empreendida pelo turista. Exemplo: negócios, lazer, evento religioso, evento esportivo, etc.
Tipo de POI	Permitir adequação de serviços de UTGs ao tipo do POI.
Tempo	Permitir adequação de serviços de UTGs à data e hora local de onde o turista se encontra ou seu destino.
Condição climática	Permitir adequação de serviços de UTGs às condições climáticas atuais e futuras de onde o turista se encontra ou seu destino.
Histórico	Fornecer base de informação sobre os locais onde o turista esteve para ser usada por outros serviços de UTGs.
Meios de transporte públicos	Fornecer informações aos turistas sobre meios de transporte públicos.
Restrição financeira	Permitir adequação de serviços de UTGs à disponibilidade financeira do turista em relação a um tipo de serviço ou período de tempo.
Restrição temporal	Permitir adequação de serviços de UTGs a períodos de tempo que o turista pretende permanecer em um local.
Fator social	Permitir adequação de serviços de UTGs às relações sociais do turista.
Tipo de dispositivo de acesso	Permitir adequação de serviços de UTGs ao tipo de dispositivo usado pelo turista.
Condição fisiológica	Permitir adequação de serviços de UTGs à condição fisiológica do turista.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Há ainda na literatura experiências que evidenciam a importância do reconhecimento de contextos sociais, por exemplo, o UTG deve reconhecer as interações sociais que o turista realiza durante a viagem, se ele está viajando com outra pessoa (que pode ser seu cônjuge, namorado/namorada, pai, mãe, filho/filha) ou em grupo (COSTA, 2013). A partir do reconhecimento deste tipo de contexto, o UTG pode então recomendar atividades e locais próprios que envolvam um turista desacompanhado ou o seu grupo de turistas, por exemplo, recomendar a visita a um parque de diversão para um turista acompanhado por seu filho de 10 anos. Há ainda guias que podem usar contextos sociais para encontrar pessoas próximas ao turista desacompanhado que tenham características parecidas a ele e promover uma interação entre ambos (BUJÁN et al., 2013).

Outro tipo de contexto que pode ser importante dependendo do objetivo da aplicação é relacionado ao estado fisiológico do turista, que pode ser obtido através de sensores disponíveis em diversos dispositivos modernos, como em pulseiras RFID, relógios, além dos encontrados nos smartphones atuais. Um exemplo do uso desse tipo de contexto pode ser observado em Davari et al. (2012), em que são utilizados sensores acoplados a roupas especiais e pulseira RFID para detectar o estado fisiológico do turista ainda na fase de planejamento da viagem e durante ela.

Sobre a forma de armazenamento de informações contextuais, atualmente tem sido utilizado ontologias para este fim (COSTA, 2013). Buján et al. (2013) afirma que através de pesquisa em outros autores, ficou constatado que para armazenamento de contexto as tecnologias semânticas seriam as mais adequadas, em especial, as ontologias. Segundo o mesmo autor, isso se deve à facilidade de compartilhamento e reutilização de contexto e pela capacidade de inferir sobre conhecimento de contextos implícitos.

2.3 Tecnologias e Métodos de Suporte à busca de Conteúdo na Web

A Web como conhecemos hoje se tornou um aglomerado gigantesco de informações dos mais variados tipos, dispostos em estruturas heterogêneas, acumulados ao longo dos anos desde o surgimento da internet (LAMPRIANIDIS et al., 2014). Esse fato, de certo modo, se tornou um grande desafio para a evolução da Internet propriamente dita, como também para as tecnologias que dependem dela, como por exemplo, os sistemas de informação, ferramentas de buscas e aplicações móveis, pois as informações se acumularam sem haver um cuidado em organizá-las, tornando difícil sua distinção e recuperação. Mas esse fato também trouxe suas vantagens, pois surgem novas oportunidades de melhorar esse cenário permitindo sua evolução.

A Web Semântica surgiu então a partir da necessidade de que as informações estivessem disponíveis de modo que humanos e máquinas conseguissem interpretá-las de forma ágil (W3C BRASIL, 2011). Também chamada de web de dados, a web semântica foi introduzida por Tim Berners Lee, James Hendler e Ora Lassila, que afirmam ser uma extensão da web atual, uma evolução, que permite que humanos e computadores trabalhem em cooperação (BERNERS-LEE; HENDLER; LASSILA, 2001). Uma das vantagens da web semântica é permitir às pessoas a criação de repositórios de dados na web, a construção de vocabulários e regras para interoperação entre esses dados (W3C, 2015a).

Com o avanço da web semântica, tecnologias foram desenvolvidas, tanto do ponto de vista da estrutura da informação quanto da sua recuperação semântica para dar suporte a interoperação entre dados (SEGUNDO, 2013). Com isso, surgiu o conceito de *Linked Data*

(dados ligados), que é um esforço da comunidade científica para que os dados da web sejam estruturados e publicados de forma que possa ser acessado livremente (W3C, 2015b) e o projeto *Linked Open Data* (Dados Abertos Ligados) é um dos principais símbolos desses esforços (CARLOMAGNO et al., 2013). O projeto visa a publicação de conjuntos de dados estruturados – normalmente descritos por padrões de modelos de metadados, como o RDF – na web (FERNÁNDEZ-TOBIÁS et al., 2011). Segundo Marie et al. (2013) abordagens baseadas em *Linked Data* envolvem o uso de (1) modelos de web semântica, formalismos e esquemas de publicação, (2) nuvem *Linked Open Data* (LOD) interconectando conjunto de dados públicos que usam estes padrões. A seguir serão descritos alguns desses formalismos e esquemas de publicação de dados ligados e abertos na web.

O XML (*eXtensible Markup Language*), que em português significa linguagem de marcação extensível, é uma linguagem baseada em texto bastante difundida em ambientes de programação web onde exista a demanda por troca de informações. O XML é de fácil compreensão por máquinas e pode ser também por humanos (dependendo da complexidade e volume das informações), além da portabilidade, simplicidade, suporte a organização hierárquica e flexibilidade que lhe são característicos (SEGUNDO, 2013). Sua arquitetura serve de base para outras linguagens, com o XHTML e o RDF. Segundo Costa (2013), a principal contribuição do XML é a capacidade de prover uma sintaxe comum e fácil para documentos web.

Baseado no XML tem-se o RDF (*Resource Description Framework*) que é uma linguagem para descrição de recursos disponíveis na web que se tornou uma recomendação do W3C para este fim. No conceito do RDF, um recurso pode ser qualquer conteúdo disponível na web, como um site, uma fotografia, um local turístico, um vídeo, etc. Esses recursos possuem propriedades, que por sua vez possuem valores. Segundo o W3C (2015a) o RDF é a base para a publicação e linkagem de dados. Além do RDF padrão, foi desenvolvido ainda o RDF-S (*RDF-Schema*), que é uma extensão semântica do vocabulário básico do RDF para prover vocabulário de modelagem de dados, permitindo descrever grupos (classes) de recursos e as relações entre esses recursos. Desta forma, o RDF-S pode ser usado para descrição de ontologias (COSTA, 2013).

Seguindo ainda o padrão RDF, surgiu o RDF-A (*Resource Description Framework in Attributes*), que também se tornou uma recomendação da W3C para incorporar semântica dentro de páginas como o HTML, HTML5 e o XHTML, através da utilização de atributos (RDFa, 2015). A vantagem do RDF-A sobre o RDF padrão é que ele pode ser definido dentro da estrutura da própria página, não necessitando estar em um arquivo à parte, permitindo a marcação de coisas como pessoas, lugares, eventos, receitas e dicas, auxiliando ferramentas de busca e serviços da web (RDFa, 2015). Os principais atributos usados no RDF-A são: *about*, *rel*, *ver*, *src*, *href*, *resource*, *property*, *content*, *datatype* e *typeof*.

Outra poderosa tecnologia da web semântica é a OWL (*Web Ontology Language*), uma linguagem baseada nas linguagens OIL e DAML+OIL para definir e instanciar ontologias. Considerando que ontologia é a descrição de um determinado domínio, que deve ser formal, compartilhável e composto por um conjunto de conceitos e regras formais, a OWL leva vantagem sobre outras tecnologias que também podem ser usadas para definir ontologias, como o XML, RDF e RDF-S (COSTA, 2013), principalmente pela maior expressividade semântica e capacidade de fazer inferências sobre os dados, ou seja, deduções sobre dados implícitos. Por essa razão a OWL é considerada uma evolução delas. A OWL possui três sub-linguagens: *OWL Lite*, *OWL DL* e *OWL Full*, que diferem entre si em relação ao nível de expressividade que possuem. Apesar de poderosa, por si só a OWL não consegue descrever todos os tipos de relacionamentos. Para estender a expressividade da OWL podem ser

utilizadas regras SWRL (*Semantic Web Rule Language*), que são regras DATALOG com predicados unários para descrição de classes e tipos de dados, predicados binários para propriedades, e alguns predicados “n-ários” especiais embutidos (KUBA, 2012).

Outra iniciativa no âmbito da web semântica é o JSON-LD (*JavaScript Object Notation for Linking Data*), que a partir de 16 de janeiro de 2014 se tornou uma recomendação do consórcio W3C para a serialização de dados ligados baseada em JSON (W3C, 2015c). JSON-LD é conceituado com um formato de dados leve, baseado no já bem sucedido JSON, que dá suporte a interoperabilidade de dados JSON entre diferentes locais da web através da serialização desses dados (JSON, 2015). Essas características o fazem propício para ser usado em ambientes de programação com base na Web, para construir Web Services interoperáveis (LANTHALER; GÜTL, 2012), e para armazenar os dados ligados em mecanismos de armazenamento baseados em JSON (W3C, 2015c).

Além disso, JSON-LD é facilmente escrito e compreendido por seres humanos e, por ser baseado no formato de dados JSON, é totalmente compatível com JSON, facilitando a migração de dados e uso de bibliotecas e ferramentas próprias ao JSON (LANTHALER; GÜTL, 2012). Atualmente o JSON-LD pode ser implementado por muitos ambientes de programação, como por exemplo, Python, PHP, JAVA (JSON, 2015). Para Google (2015b), JSON-LD é um formato de marcação mais novo e mais simples que permite incorporar um bloco de dados JSON dentro da tag HTML `<script>` em qualquer lugar do código, com a vantagem de não precisar estar intercalado entre os textos visíveis ao usuário, permitindo alinhamento de vários “contextos”, que é o conceito no qual o JSON-LD foi projetado.

Em decorrência do aumento do conteúdo disponível semanticamente na web, torna-se necessário um mecanismo para acessá-lo. O consórcio W3C declara que o SPARQL (acrônimo de *SPARQL Protocol and RDF Query Language*) é a linguagem de consultas da web semântica (W3C, 2015a). SPARQL é uma especificação que contém linguagens de consulta e protocolos de acesso a dados RDF disponíveis na web (SEGUNDO, 2013). Através do SPARQL é possível fazer consultas sobre dados ligados que retornem dados na forma de conjunto de ligações ou gráfico RDF (COSTA, 2013). Isso é possível porque a estrutura das consultas SPARQL segue a mesma estrutura dos arquivos RDF, ou seja, *subject*, *predicate* e *object*. Atualmente nuvens LOD (*Linked Open Data*) têm disponibilizado publicamente ferramentas chamadas *endpoints*, que podem receber consultas SPARQL para acesso aos seus dados.

Todas essas tecnologias citadas, além de muitas outras que aplicam os conceitos da web semântica, como o Dublin Core, GRDDL, eRDF, RIF, Microformats, Microdata, são úteis para que o objetivo de uma web mais significativa possa ser uma realidade e a evolução da web de um modo geral aconteça. Além disso, permitem que indústrias com a do turismo possam se desenvolver ainda mais através de novas formas de disponibilizar conteúdo na web.

2.4 O Conteúdo Turístico disponível na World Wide Web

O objetivo desta subseção é apresentar um panorama atual sobre o conteúdo turístico disponível na web, sobre a maneira como estão dispostos, estruturas de armazenamento, métodos de acesso, além de apresentar algumas iniciativas que objetivam organizar e fornecer conteúdo turístico abertamente na web. Desta forma, espera-se dar subsídios para este

trabalho no sentido de apresentar meios pelos quais a “busca dinâmica” na web pode ser realizada e as informações turísticas retornadas.

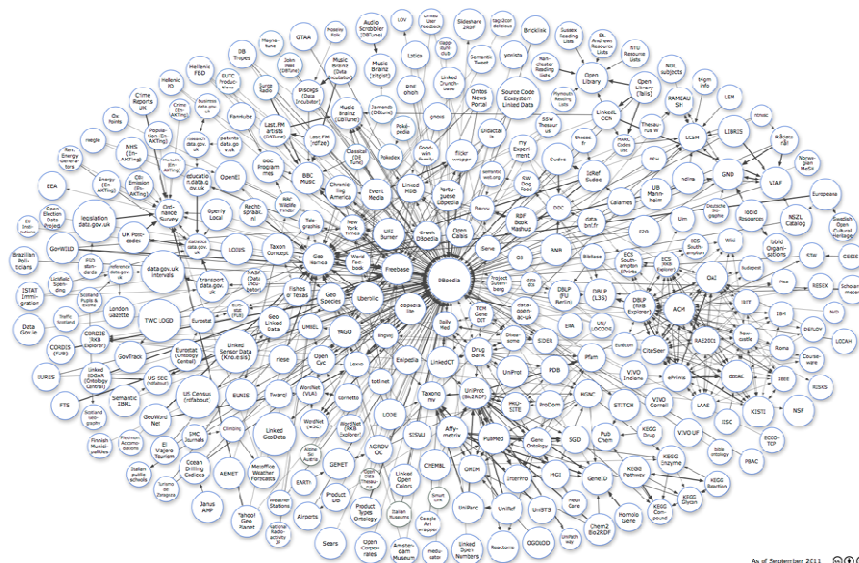
Com o intuito de tornar o conteúdo turístico na web mais organizado, compreensível, acessível e onde as informações sejam mais localizáveis tanto por humanos quanto por máquinas, conforme recomendação da W3C (W3C BRASIL, 2011), surgiram então diversas iniciativas visando alcançar esses objetivos, entre elas, estão o projeto DBpedia (DBPEDIA, 2015a), o GeoNames (GEONAMES, 2015), o OpenStreetMap (OPENSTREETMAP, 2015), o Panoramio (PANORAMIO, 2015a), Google Views (GOOGLE, 2015a), o Wikivoyage (WIKIVOYAGE, 2015a) e o Apontador (APONTADOR, 2015). Algumas delas serão descritas a seguir, com suas características, objetivos e de que maneira podem ser utilizados para aquisição de dados turísticos.

2.4.1 DBpedia

O projeto DBpedia faz parte de um projeto comunitário chamado W3C Linking Open Data, que tem como objetivo principal conectar diversas fontes de dados abertos ao redor do mundo para construir assim uma fonte de dados para seres humanos e máquinas (DBPEDIA, 2015b), com informações sobre localização geográfica, pessoas, cidades, países, doenças, animais, e tantas outras coisas. Dentro dessa comunidade, o projeto DBpedia concentra esforços em extrair informações estruturadas da Wikipedia, disponibilizar essas informações publicamente na web e fornecer meios de acesso rápido a elas (DBPEDIA, 2015c).

Outra característica importante da DBpedia é que ela está interligada a outros conjuntos de dados abertos que abrangem diversos tipos de conhecimento (como o turismo) de todas as partes do mundo, conforme a Figura 2, o que possibilita um maior número de informações abrangidas. Para Marie et al. (2013) a DBpedia é a mais central entre todos os conjuntos de dados ligados (LOD). A DBpedia está em constante desenvolvimento e atualização, e cada vez mais provedores de dados ligados interligam-se à DBpedia, aumentando assim a relevância da mesma para a comunidade acadêmica e científica.

Figura 2: Visão geral de conjuntos de dados interligados à DBpedia.



Fonte: (DBPEDIA, 2015b).

A interligação da DBpedia com esses conjuntos de dados abertos da web, leva ao número de cerca de 50 milhões de ligações RDF existentes entre esses conjuntos de dados, além de chegar ao número de 38,3 milhões de coisas descritas na ontologia DBpedia, considerando todos os 125 idiomas cobertos por ela (DBPEDIA, 2015c). Somente na versão em inglês são descritos cerca de 735 mil lugares; na versão no idioma português, são descritos 123.114 lugares, 114.155 lugares populados, 720 aeroportos, 6.488 eventos, 3.401 meios de transporte (DBPEDIA, 2015d).

Sobre a forma de acesso aos dados da DBpedia, existem basicamente três maneiras. A primeira forma é fazer download do conjunto de dados DBpedia em formato RDF através do próprio site oficial do projeto. A segunda maneira é adquirir os dados tabulados nos formatos CSV (*Comma Separated Values*) ou JSON (*JavaScript Object Notation*). A terceira forma de acesso é através do terminal SPARQL da DBpedia, mostrado na Figura 3, que utiliza a linguagem de consulta SPARQL (DBPEDIA, 2015c). Além dessas formas básicas, dentro de ambientes de desenvolvimento de diversas linguagens de programação, existem frameworks e bibliotecas que permitem acesso ao *endpoint* DBpedia usando a linguagem SPARQL, como por exemplo o Apache Jena (APACHE, 2015a), utilizado dentro da plataforma Java.

Figura 3: Endpoint DBpedia Sparql.

Fonte: (DBPEDIA, 2015e).

Todas essas informações demonstram que a DBpedia é uma relevante base de conteúdos livres relacionadas ao turismo, tanto que diversas aplicações de apoio ao turismo têm utilizado essas informações para a construção dos guias e outros fins, como para a recomendação de rotas e POIs, para responder perguntas dos turistas feitas em linguagem natural, entre outras finalidades, como encontrado em Lamprianidis et al. (2014).

2.4.2 OpenStreetMap

Outro aspecto importante ligado ao turismo é a utilização de mapas para o planejamento de um roteiro turístico. Os mapas também são elementos essenciais durante o turismo. Atualmente, nessa categoria destaca-se o OpenStreetMap (OPENSTREETMAP, 2015), onde o objetivo principal é mapear todos os lugares do mundo através do mapeamento colaborativo (LAMPRIANIDIS et al., 2014). É uma ferramenta de livre acesso aos mapas,

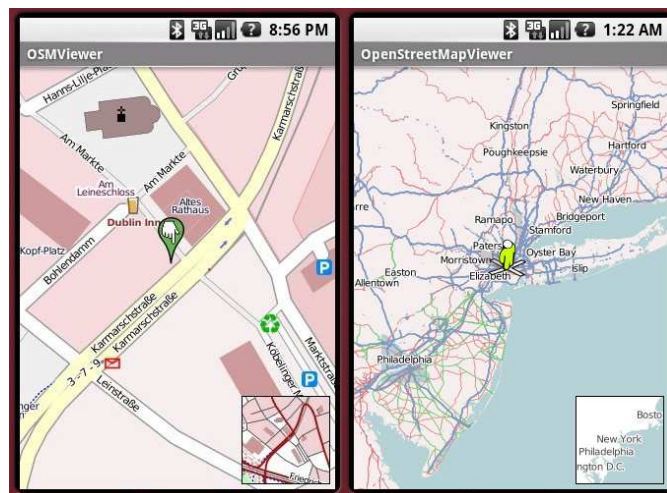
além de contar com uma comunidade que está ativa em todos os lugares do mundo contribuindo para a melhoria nos mapas (CHUANG et al., 2013).

A grande vantagem da utilização do OpenStreetMap é que, como o mapeamento é feito de maneira colaborativa, numa busca com a palavra-chave “café da manhã”, por exemplo, o resultado não será apresentado de maneira a beneficiar uma empresa desse ramo, algo que pode acontecer em sistema de mapeamento com fins comerciais (WROCLAWSKI, 2014). Essa neutralidade característica do OpenStreetMap, que evita o monopólio sobre mapas, tem sido bastante valorizada por grandes instituições, que tem migrado para o uso da plataforma.

Mesmo que haja preocupações sobre a confiabilidade dos dados no OpenStreetMap, atualmente diversos estudos tem sido conduzidos e técnicas propostas para melhorar a qualidade dos dados (JILANI; CORCORAN; BERTOLOTTO, 2014) (SEHRA; SINGH; RAI, 2014) (HAYAKAWA; IMI; ITO, 2012). Com isso, tem-se conseguido alcançar uma qualidade dos dados comparável a provedores comerciais de mapas (LUXEN; VETTER, 2011).

O acesso aos dados do OpenStreetMap se dá livremente de diferentes maneiras. Existem ferramentas que permitem que os dados sobre mapas sejam baixados em diferentes formatos, como o OSM XML, que é um XML formatado em arquivo .osm, e o OSM JSON, que é uma variação do OSM XML, entre outros tipos de formatos. Como exemplo, para uso na plataforma Android há a API Osmdroid (OSMDROID, 2015), que permite a utilização de mapas advindos do OpenStreetMap dentro de aplicações para Android, como mostrado na Figura 4.

Figura 4: Exemplo de utilização do Osmdroid.



Fonte: (OSMDROID, 2015).

2.4.3 Panoramio e Google Views

O Panoramio (PANORAMIO, 2015a), é um site que surgiu em 2005, com o objetivo de armazenar e publicar fotografias georreferenciadas de todos os lugares do mundo enviadas pelos seus próprios usuários, que geralmente são fotógrafos amadores, profissionais e admiradores, beneficiando-se do fato de que atualmente a maioria dos dispositivos móveis

possuem câmeras fotográficas acopladas (OZDIKIS; ORHAN; DANISMAZ, 2011). Essas fotos são de acesso livre, desde que mantidos os direitos autorais das fotos. O grande sucesso do site despertou o interesse da companhia Google, que o adquiriu em 2007 e o Panoramio recebeu diversos investimentos e se desenvolveu mais ainda e passou a ser a fonte de dados para outros produtos da empresa.

Existem regras para publicação de fotografias no site, a principal é que elas sejam de própria autoria de quem a está publicando e que não contenham imagem de pessoas em primeiro plano, ou seja, somente são aceitas fotografias de paisagens naturais ou urbanas, museus, prédios públicos, praças, prédios comerciais, monumentos, e outros pontos turísticos. Existe um elo muito forte entre turismo e fotografia, pois os registros fotográficos de uma cidade são cercados de questões sociais e culturais, e se tornam uma espécie de representação e memória fragmentada que levam a interpretações contínuas pelos que os observam (SILVA; ALVES, 2014). Nesse sentido, o Panoramio se tornou uma importante ferramenta de fortalecimento desse elo, aliás, no patamar atual que o setor turístico se encontra, não há como desassociar turismo e fotografia, visto seu potencial de aguçar o imaginário do turista a respeito de um local ou região de interesse.

Sobre a forma de acesso às fotografias georreferenciadas do Panoramio, existem basicamente duas maneiras disponibilizadas pelos desenvolvedores da plataforma. A primeira forma é através da Widget API, que por sua vez fornece duas formas de acesso, uma bastante simples, conforme observado na Figura 5, onde existem diversos códigos HTML pré-configurados que podem ser alterados de acordo com as necessidades, por exemplo, para obter apenas fotos de uma determinada cidade. A Widget API também disponibiliza acesso através de uma biblioteca JavaScript, onde o controle sobre as informações requeridas é maior. Para isso é necessário carregar o endereço da biblioteca disponível em <http://www.panoramio.com/wapi/wapi.js?v=1>, e adicionar o restante do código, como no exemplo simples mostrado na Figura 6.

Figura 5: Exemplo de código Html utilizando a Widget API do Panoramio.

```
<iframe
style="float: right; margin: 10px"
src="http://www.panoramio.com/wapi/template/list.html?tag=coari&width=280&height=140
&rows=2&columns=4&orientation=horizontal" frameborder="0" width="280"
height="140" scrolling="no" marginwidth="0" marginheight="0">
</iframe>
```

Fonte: (PANORAMIO, 2015b).

Figura 6: Exemplo de código JavaScript usando a Widget API do Panoramio.

```
<div id="div_photo_ex" style="float: right; margin: 10px 15px"></div>
<script type="text/javascript">
var beaches = {'tag': 'beaches', 'rect': {'sw': {'lat': -30, 'lng': 10.5}, 'ne': {'lat': 50.5, 'lng': 30}}};
var photo_ex_options = {'width': 350, 'height': 200};
var photo_ex_widget = new panoramio.PhotoWidget('div_photo_ex', beaches, photo_ex_options);
photo_ex_widget.setPosition(0);
</script>
```

Fonte: (PANORAMIO, 2015b).

A segunda maneira para acessar as informações é através da Panoramio Data API, uma interface que permite a busca de fotos de uma determinada região escolhida pelo usuário, como no código mostrado na Figura 7, através dos atributos *minx*, *miny*, *maxx*, *maxy*, que definem de que área geográfica as fotos que devem ser mostradas (longitude e latitude

mínima, longitude e latitude máximas, respectivamente) (PANORAMIO, 2015c). Os resultados retornados nesse tipo de busca são formatados em JSON, conforme exemplo da Figura 8. Também é possível usar o JSON-P (*JavaScript Object Notation with Padding*), bastando apenas incluir uma função de *call-back*.

Figura 7: Exemplo de código utilizando a Panoramio Data API

```
http://www.panoramio.com/map/get_panoramas.php?set=public&from=0&to=20&minx=-180&miny=-90&maxx=180&maxy=90&size=medium&mapfilter=true
```

Fonte: (PANORAMIO, 2015c).

Figura 8: Exemplo de resultados em consultas usando a Panoramio Data API

```
{
  "count": 773840, "photos": [
    {
      "photo_id": 532693,
      "photo_title": "Wheatfield in afternoon light",
      "photo_url": "http://www.panoramio.com/photo/532693",
      "photo_file_url": "http://static2.bareka.com/photos/medium/532693.jpg",
      "longitude": 11.280727,
      "latitude": 59.643198,
      "width": 500,
      "height": 333,
      "upload_date": "22 January 2007",
      "owner_id": 39160,
      "owner_name": "Sнемann",
      "owner_url": "http://www.panoramio.com/user/39160",
    }, ...
  ]
}
```

Fonte: (PANORAMIO, 2015c).

Com relação ao Google Views (GOOGLE, 2015a), o mesmo pode ser entendido como uma evolução dos conceitos e da própria plataforma Panoramio, que já está em funcionamento e pretende substituir gradativamente o seu antecessor. Segundo Google (2015a), o Views é uma comunidade na qual se pode compartilhar fotos publicamente com o intuito de ajudar outros usuários conhecer outras partes do mundo através de fotografias e assim ajudar a decidir que lugares conhecer pessoalmente.

2.4.4 Wikivoyage

O Wikivoyage faz parte da fundação Wikimedia (WIKIMEDIA, 2015), que também mantém o projeto Wikipedia. O Wikivoyage foi lançado em versão Beta em 2012 e a versão estável em 2013, e, seguindo a mesma filosofia da Wikipedia, tem como principal objetivo construir um guia de viagens cobrindo todos os lugares do mundo através da colaboração da comunidade participante (WIKIVOYAGE, 2015b).

Entre as informações que se pode encontrar na Wikivoyage estão nomes de países, cidades, regiões, moeda local, clima, limites territoriais, tipo do governo vigente, informações históricas, culturais, locais de compras, informações sobre meios de transporte, entre tantos outros tipos de informações que podem ser úteis no planejamento e realização de uma viagem turística. Para facilitar a navegação pelo site, as informações estão organizadas em seções, como por exemplo: Chegar (informações sobre como chegar ao local), Veja (informações sobre locais interessantes), Compre (informações sobre onde fazer compras), Coma

(informações sobre culinária local e restaurantes), Beba e saia (informações sobre vida noturna), Durma (informações sobre acomodações), Partir (informações sobre cidades e locais próximos).

Até a data deste trabalho ainda não foi disponibilizada nenhuma interface oficial para acesso aos dados da Wikivoyage, portanto, o acesso se dar utilizando de meios como a DBpedia ou através de técnicas de rastreamento como o *Web Scraping*, uma técnica para extrair dados de páginas web. A Figura 9 apresenta a página de uma cidade na Wikivoyage.

Figura 9: Wikivoyage.



Fonte: (WIKIVOYAGE, 2015a).

2.5 Considerações Finais

Mesmo que a pesquisa em turismo esteja em evidência atualmente, muitos desafios ainda persistem e outros surgem a medida que um maior nível de conhecimento é alcançado sobre tudo o que cerca o turismo. Talvez, o maior ou mais saliente desses desafios seja a personalização dos conteúdos apresentados aos turistas e também a forma mais adequada de interação com eles, visando promover uma satisfação ao utilizarem os sistemas de informação turística, haja vista que por se tratar de uma atividade turística, o mínimo que se espera é não causar-lhes transtornos, seja pela debilidade da interação com o sistema, seja pela recomendação de conteúdos não verdadeiros ou inúteis.

Conforme apresentado neste capítulo, duas iniciativas têm sido importantes para que os desafios continuem sendo superados e o desenvolvimento do setor turístico continue a acontecer: os estudos aprofundados sobre a ciência de contexto no domínio do turismo e o desenvolvimento de tecnologias que permitam que os conteúdos turísticos disponíveis na web sejam estruturados, de maneira que estejam acessíveis tanto ao consumo por humanos quanto por máquinas. Como visto, ambas tem alcançado sucesso.

Portanto, considerando que o objetivo resumido deste trabalho é desenvolver um modelo ubíquo para o turismo que construa guias turísticos através de conteúdos disponíveis na web, baseado na ciência de contexto, é perfeitamente plausível que este objetivo possa ser alcançado. Os desafios estão delineados e as ferramentas tecnológicas disponíveis. Alcançar esse ponto de convergência entre o que deve ser feito (desafios), com o que pode ser feito (ferramentas), é um fator determinante para o sucesso de uma aplicação turística.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo são apresentados trabalhos semelhantes à proposta desta dissertação, com suas características, arquiteturas, funcionalidades, limitações, pontos positivos e também negativos, que foram selecionados com o objetivo de obter um panorama atual e fidedigno sobre o desenrolar das pesquisas e avanços em relação a temática da construção de sistemas ubíquos de apoio ao turismo. Primeiramente serão apresentadas propostas de cunho científico e uma análise comparativa sobre essas propostas. Em seguida serão apresentadas propostas comerciais, também com uma análise comparativa entre elas. Ao final do capítulo são feitas considerações pertinentes aos trabalhos.

3.1 Modelos Científicos de Turismo Móvel e Ubíquo

Para a seleção de trabalhos científicos sobre guias de turismo móvel (MTG) e guias de turismo ubíquo (UTG), foram utilizados alguns critérios que nortearam a escolha, visando uma melhor identificação das lacunas existentes que ainda precisam ser preenchidas. Primeiramente, foi definido que seriam utilizados diversos periódicos e repositórios de trabalhos científicos, para aumentar a abrangência da busca e mais trabalhos científicos pudessem ser analisados. A escolha desses repositórios e periódicos foi baseada considerando a relevância e reconhecimento perante a comunidade científica internacional. Os escolhidos foram IEEE Xplore Digital Library (IEEE, 2015), ACM Digital Library (ACM, 2015), International Journal of Computer Applications (IJCA, 2015), além do Google Acadêmico (GOOGLE, 2015c), que permite buscas de artigos publicados em uma variedade de revistas científicas, conferências, bibliotecas e repositórios digitais (BATTISTELLA; WANGENHEIM; FERNANDES, 2014).

Alguns termos foram selecionados para a execução das buscas nos repositórios, foram eles: *Tourist*, *Tourism*, *Ubiquitous*, *System*, *Framework*, *Ontology*. Justifica-se o uso desses termos devido sua ligação com os objetivos da busca por trabalhos relacionados.

Durante a execução das buscas, foram utilizados os seguintes critérios para inclusão/exclusão de trabalhos:

- Trabalhos apresentados entre os anos de 2010 e 2015, para não limitar o espaço de busca e ao mesmo tempo encontrar trabalhos atualizados;
- Trabalhos escritos preferencialmente na língua inglesa, salvo se for observada grande relevância de trabalhos em outros idiomas;
- Trabalhos que apresentam a arquitetura completa da solução utilizada, com suas características e funcionamento, ou trabalhos que apresentam a arquitetura completa do gerenciamento de contexto ou busca de conteúdo em fontes abertas na web, desde que apresentado um bom nível de detalhamento dos componentes, não apenas superficialmente.
- Trabalhos que apresentem uma aplicação móvel empregando o modelo proposto.

As buscas aconteceram em dois períodos distintos, a primeira etapa foi executada nos meses de maio e junho de 2014. A segunda, em janeiro e fevereiro de 2015. Desta forma,

trabalhos mais atualizados que porventura fossem apresentados em 2014 e começo de 2015 também puderam ser considerados.

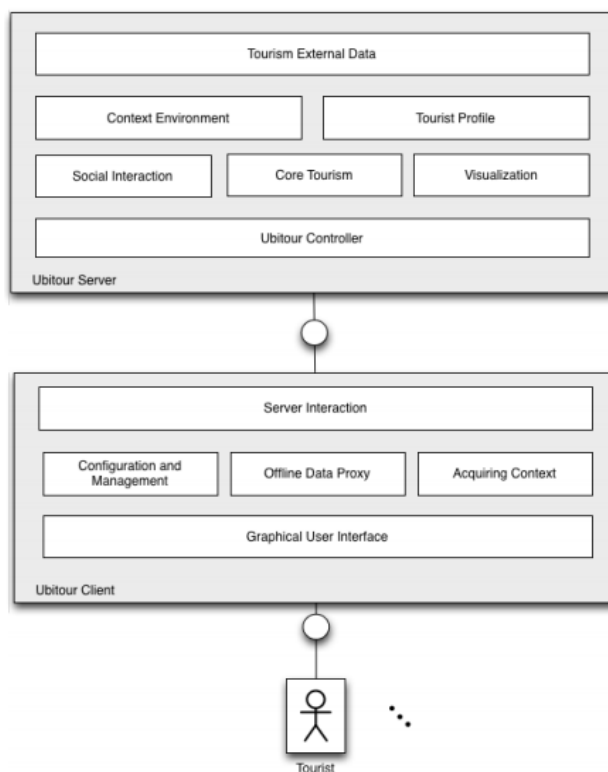
Após a execução das buscas e aplicação dos critérios, foram selecionados os seguintes trabalhos: Ubitour (COSTA, 2013), o TourExp (BUJÁN et al., 2013), o TKGS (DAVARI et al., 2012), e o trabalho de Ozdikis; Orhan; Danismaz (2011).

3.1.1 UbiTour

O UbiTour (COSTA, 2013) é um modelo de arquitetura de sistema para o turismo, baseado em dispositivos móveis que tem como objetivo ser um guia de turismo ubíquo, abrangendo características como a ciência de contexto, permitindo a recomendação de pontos de interesse baseado no perfil do turista, localização, restrições financeiras e de tempo. Outras características relevantes são a possibilidade de utilização do sistema de maneira off-line, ou seja, sem conexão com a internet. Essa característica favorece a utilização do UbiTour em qualquer lugar e a qualquer momento, característica imprescindível na computação ubíqua.

Quanto à arquitetura, conforme se observa na Figura 10, o UbiTour é baseado no modelo cliente/servidor. A camada servidor possui componentes responsáveis por prover recursos e serviços para serem consumidos pelo cliente, interagir com as redes sociais para acessar dados sobre o perfil do turista e permitir o compartilhamento de experiências turísticas. A camada cliente é responsável por fornecer e receber dados da camada servidor quando em modo on-line e interagir graficamente com o turista. A camada cliente foi implementada através de um aplicativo para dispositivos móveis chamado de UbiTour.

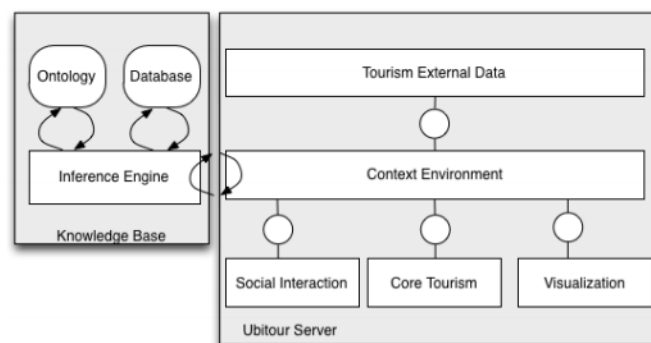
Figura 10: Modelo Conceitual da Arquitetura UbiTour.



A camada servidor é composta pelos seguintes componentes:

- *UbiTour Controller*, que é o responsável por receber todas as requisições da aplicativo cliente, e após validação da requisição, delega atividades a outros componentes de acordo com o tipo de solicitação recebida;
- *Core Tourism*, que é o componente responsável por importantes atividades e serviços da camada servidor, como por exemplo, autenticação do turista, busca por POIs (*Point of Interest*) e rotas, e a sincronização de dados entre a aplicação cliente e o servidor.
- *Social Interaction*, que atua principalmente em duas atividades: a interação entre os turistas e a interação dos turistas com as redes sociais cadastradas por eles, permitindo a publicação de conteúdo nessas redes. Para essa interação, é realizada uma consulta a outros componentes para obter dados sobre o contexto atual do turista e seu perfil.
- *Visualization*, é o componente responsável por analisar a melhor forma de apresentação dos POIs e quais informações são necessárias para o turista. Quanto a forma de apresentação, os POIs podem ser apresentados de diversas maneiras, como mapas, listas ou utilizando realidade aumentada.
- *Context Environment*, segundo o autor, é o principal componente da arquitetura do UbiTour, pois “nele são efetuados a unificação de dados de POIs e sugestões de visita inferidas a partir do contexto do ambiente, perfil do turista e suas restrições.” (COSTA, 2013) Para realizar esta atividade, o componente se comunica com um componente interno chamado *Knowledge Base*, que agrega em si outros três componentes: um banco de dados, uma ontologia e um motor de inferências, como observado na Figura 11.

Figura 11: Detalhamento da arquitetura do componente Context Environment.



Fonte: Costa (2013).

- *Tourist Profile* é o componente que gerencia o perfil do turista, sendo que os dados sobre o mesmo podem ser adquiridos tanto pela inserção manual quanto pela extração de dados do perfil do turista nas redes sociais cadastradas por ele. Esses dados são frequentemente consumidos por outros componentes do modelo.
- *Tourism External Data*, é responsável pela comunicação do sistema com dados externos.

Na camada cliente os componentes da arquitetura UbiTour são os seguintes:

- *Graphical User Interface*, que é o componente dedicado a mediar a interação entre o turista e a aplicação móvel, além de acionar outros componentes de acordo com a solicitação do turista e se há ou não conexão com a internet.
- *Configuration and Management*, tem como responsabilidade gerenciar as maneiras como os turistas se autenticam na aplicação, tipos de contexto que a aplicação deve considerar e opções de privacidade.
- *Off-line Data Proxy* é o componente onde ficam armazenados dados para serem consumidos de maneira off-line, como por exemplo, dados do *login* e senha do turista e dados de POIs e rotas armazenados na aplicação.
- *Acquire Context* é o componente responsável por detectar os variados tipos de contextos, como por exemplo, a localização do turista, data e hora do local e informações climáticas. Se houver conexão com a internet, esse componente envia essas informações para a camada servidor através do componente *Server Interaction*, se não houver, envia para o componente *Off-line Data Proxy*.
- *Server Interaction* é o componente dedicado à interação entre a camada cliente e a camada servidor. Todos os dados que trafegam entre as duas camadas passam necessariamente por este componente.

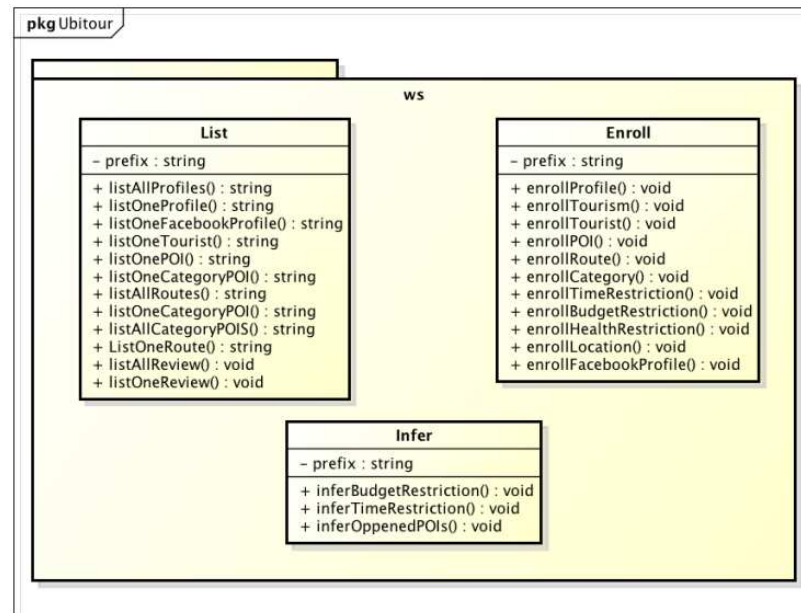
Além do modelo de arquitetura, é proposta uma ontologia para o turismo ubíquo para possibilitar a inferência de informações turísticas baseadas no perfil e preferências do turista (COSTA, 2013). A elaboração da ontologia UbiTour baseou-se na metodologia sugerida por Noy e McGuinness (2001), e também foram reutilizadas outras ontologias para representação de tempo, eventos e avaliação de POIs. As principais classes da ontologia definidas pelo autor foram: *Tourist*, *Profile*, *Context*, *PointOfInterest*, *Route*.

Para a implementação do modelo proposto, foi desenvolvido um protótipo de cliente UbiTour para dispositivos móveis, baseado na plataforma iOS. Para o desenvolvimento do protótipo do servidor UbiTour, foi utilizado Web Services na linguagem Java, além de outras tecnologias como a API ARQ do Jena e a linguagem de consulta SPARQL, para a realização das inferências. As Figura 12 e Figura 13 mostram o protótipo do cliente e os Web Services do servidor UbiTour, respectivamente.

Figura 12: Imagens do protótipo do cliente UbiTour.



Figura 13: Web Services do servidor UbiTour.



Fonte: (COSTA, 2013).

As principais contribuições do modelo UbiTour para o meio científico e ao setor turístico são a disponibilização de um modelo que pode ser usado em todas as fases do turismo, possibilitando assim um melhor planejamento de viagem. Além disso, tem-se a exploração de diferentes tipos de contextos, como por exemplo, as restrições do turista de natureza orçamentária e de tempo. O UbiTour também permite que algumas informações sejam automaticamente adquiridas e inseridas na ontologia UbiTour, como por exemplo informações sobre o perfil do turista nas redes sociais, diminuindo assim o número de tarefas que os turistas precisam realizar para o funcionamento do sistema proposto.

3.1.2 TourExp

O TourExp (BUJÁN et al., 2013) é um modelo de arquitetura de sistema para o turismo baseado no paradigma cliente/servidor, onde o foco principal está em dois aspectos fundamentais, o primeiro é a proposição de um modelo de dados de contexto e o segundo é a proposição de uma plataforma de gerenciamento de contexto.

Partindo do princípio de que o turismo proporciona um ambiente extremamente dinâmico e que os turistas estão em constante movimento, o autor considera que o conceito de não vem sendo estudado corretamente no contexto da mobilidade humana, e propõe uma nova abordagem de modelagem de dados de contextos para fornecer uma solução para ambientes turísticos. Como forma de avaliar o modelo de dados e a plataforma de gerenciamento de contexto propostos, foi desenvolvido o TourExp, que inclui um sistema de gerenciamento de contexto e faz uso de dados abertos disponíveis na internet (aquisição manual). O TourExp fornece suporte aos turistas e também a provedores de locais e serviços turísticos, onde eles podem publicar informações sobre suas atrações turísticas.

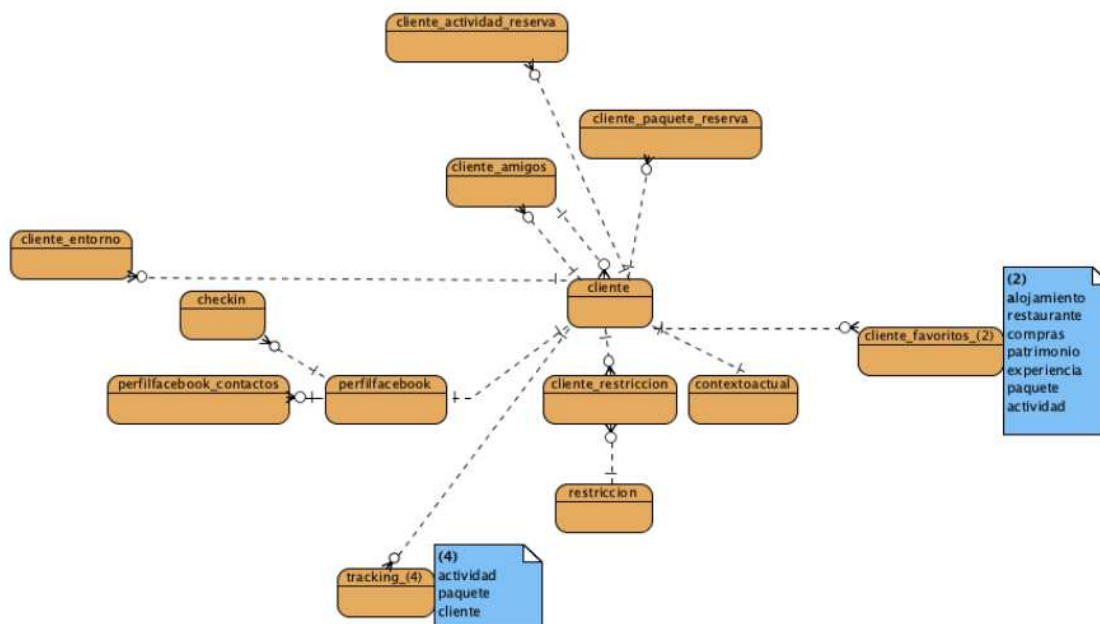
Para a proposição do modelo de dados de contexto, foram levados em consideração dois aspectos distintos, fatores humanos, que dizem respeito às peculiaridades dos usuários, e

fatores ambientais, que tratam das características do ambiente do usuário ou do POI. Detalhando um pouco mais os fatores humanos, existe uma subdivisão em outros dois grupos de informações, no primeiro grupo estão informações sobre o usuário, como o identificador do usuário (e-mail), senha, gênero, país de origem, data de nascimento, limitações físicas (cegueira, mobilidade reduzida, surdez, etc.), intolerâncias alimentares e preferências (BUJÁN et al., 2013). No segundo grupo estão informações sobre o ambiente social do turista e também sobre o tipo de viagem, por exemplo, família, amigos, negócios, etc.

Em relação aos fatores ambientais, há uma subdivisão em três outros grupos: Histórico de localização do usuário, Infraestrutura e Tempo. No primeiro grupo, estão informações sobre a localização atual do usuário e também sobre o histórico de localização. No grupo Infraestrutura estão informações sobre transportes públicos e outras informações importantes no contexto de um viajante em movimento. No grupo Tempo estão as informações sobre previsão do tempo, que no TourExp é adquirida através do serviço *Yahoo Weather* (YAHOO, 2015).

Segundo o autor, para a modelagem de dados para a gestão de contexto do TourExp foi concebida uma análise feita levando em consideração diferentes fontes de entrada: experiências turísticas definidas no site Euskadi Turismo (EUSKADI, 2015a), os conjuntos de dados abertos no site da iniciativa *Open Data Euskadi* (EUSKADI, 2015b) e requisitos extraídos de aplicações de TourExp (BUJÁN et al., 2013). Como resultado, foi elaborado um diagrama, apresentado na Figura 14, com uma parte da representação do modelo de dados proposto.

Figura 14: Diagrama com algumas entidades do modelo de dados de contexto TourExp.



Fonte: (BUJÁN et al., 2013).

Na proposta TourExp também foi desenvolvida uma ontologia para dar suporte ao armazenamento de informações sobre recursos turísticos, e também foram reutilizadas outras ontologias do domínio do turismo para representar informações de contexto. Também foram associadas outras entidades para representação de conhecimento, como o vocabulário W3C

WGS84 geo-positioning (W3C, 2015d), e a DBpedia ontology. Tal organização pode ser observada na Figura 15.

Figura 15: Lista de vocabulários ligados a partir do modelo de dados TourExp.

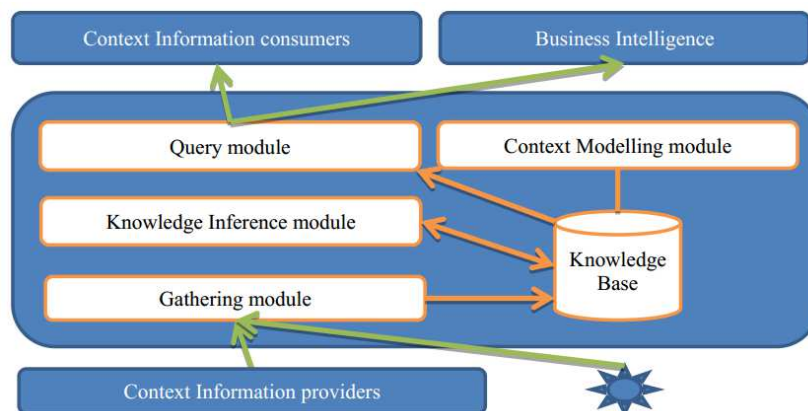
Prefix	URI
tourexp-owl	http://tourexp.morelab.deusto.es/ont/tourexp#
contology-owl	http://tourexp.morelab.deusto.es/ont/contology#
wgs84_pos	http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#
dbpedia-owl	http://dbpedia.org/ontology/
dbpedia-prop	http://dbpedia.org/property/
dbpedia	http://dbpedia.org/resource/
vocab	http://tourexp.morelab.deusto.es/d2r/vocab/resource/

Fonte: (BUJÁN et al., 2013)

O segundo foco principal na proposta TourExp, é o desenvolvimento de uma plataforma de gerenciamento de contexto, que tem sua arquitetura centrada em três componentes principais: Gerente de Contexto, Consumidores de Contexto e Provedores de Contexto, como mostrado na Figura 16. O componente Gerente de Contexto é responsável pela coleta, modelagem, armazenamento, inferência e consulta de informações de contexto usando uma base de conhecimento. O componente Consumidores de Contexto na verdade engloba outros módulos do TourExp que utilizam informações de contexto, como o módulo de Recomendação de Conteúdo. O componente Provedores de Contexto é responsável por gerenciar os dispositivos ou serviços que são fonte de dados para o preenchimento do modelo de dados, como o GPS.

Detalhando um pouco mais o componente Gerente de Contexto (Figura 16), pode-se perceber uma subdivisão em cinco componentes internos, que serão discriminados a seguir.

Figura 16: Arquitetura da plataforma de gerenciamento de contexto do TourExp.



Fonte: (BUJÁN et al., 2013).

- *Context Modelling module* (Módulo de modelagem de contexto): É responsável por “identificar e determinar o conjunto de atributos que serão representados no modelo de dados de contexto TourExp” (BUJÁN et al., 2013), por exemplo, o perfil do turista, perfil no Facebook, perfil de viagem, as condições climáticas e os recursos turísticos selecionados como favoritos por um turista.

- *Knowledge Base* (Base de conhecimento): Implementa um conjunto de tabelas com informações sobre o modelo de dados de contexto e também fornece um provedor dinâmico de informações de contexto no formato RDF. Nessas tabelas os provedores de informações de contexto armazenam e os consumidores de contexto consultam esses dados.
- *Gathering module* (Módulo de coleta): É o módulo incumbido de coletar informações de contexto de fontes internas ou externas através dos dispositivos de acesso que os turistas utilizam ou serviços disponíveis na web. Segundo o autor, esses dados de contexto são recebidos por Web Services, processados e armazenados na base de conhecimento para serem consumidos por outros módulos do TourExp (BUJÁN et al., 2013).
- *Query module* (Módulo de consulta): Provê dois pontos de consulta aos dados da base de conhecimento, servindo com interface para os consumidores de informações de contexto. Uma forma é através da invocação de um conjunto de Web Services que retornam informações de contexto em formato JSON e XML. A segunda forma de consulta é através de um terminal SPARQL que retorna informações em formato RDF.
- *Knowledge Inference module* (Módulo de Inferência de Conhecimento): Realiza inferências sobre dados armazenados na base de conhecimento pelo módulo de coleta de contexto e os associa a um turista, detectando possíveis alterações no perfil, preenchendo-o a partir das informações do perfil no Facebook.

Quanto à implementação, o modelo de dados proposto no TourExp é implementado em um banco de dados PostgreSQL (POSTGRESQL, 2015), onde os dados de contexto são armazenados e consultados através de Web Service RestFull implantados dentro de um servidor Tomcat (APACHE, 2015b). Também é utilizado um servidor D2R (D2RQ, 2015) para mapear conteúdo de banco de dados para o formato RDF e prover um terminal SPARQL para consultas (BUJÁN et al., 2013).

A maior contribuição do TourExp é a proposição de um modelo de dados sobre informações contextuais bastante amplo, considerando diversos aspectos inerentes à mobilidade humana no domínio do turismo. Incrementado essa contribuição, destaca-se a proposição de uma plataforma de gerenciamento de contexto fazendo uso do modelo de dados.

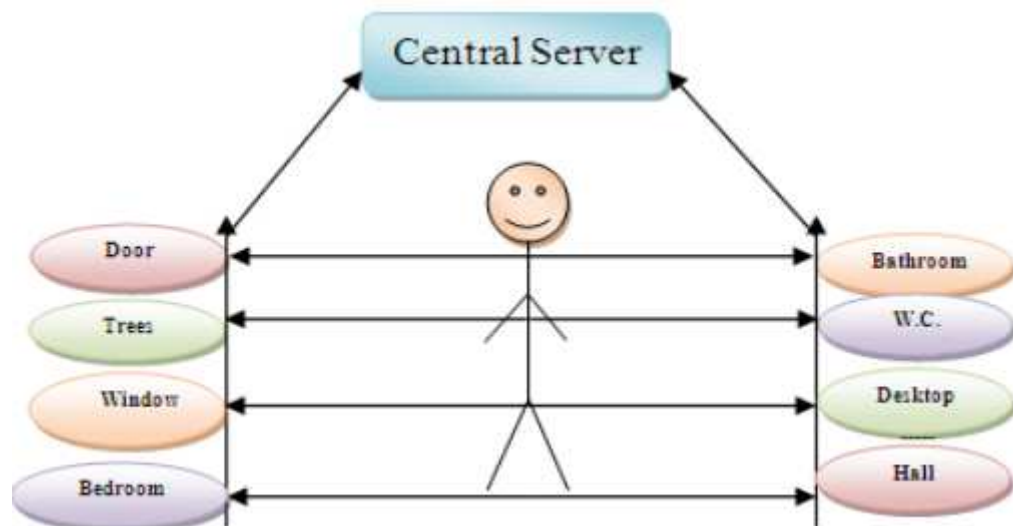
3.1.3 TKGS

O TKGS (DAVARI et al., 2012), acrônimo de *Tourists Keeping and Guiding System*, que em português significa Sistema de Cuidado e Orientação de Turistas, é um sistema turístico bastante diferenciado em relação aos demais no quesito contextos utilizados para construção do guia, isso se deve ao fato de que nele o foco está no bem estar fisiológico do turista. Além disso, para geração do guia são levados em consideração outros tipos de contextos, como a localização, perfil e prioridades do turista e histórico de visitas. Outra característica importante que diferencia o TKGS é que o sistema foi concebido para ser utilizado não somente pelos turistas, mas também pelos provedores de pontos turísticos, gerentes de agências de viagens, donos de hotéis, hospitais e serviços de emergência.

O TKGS é um guia turístico sensível ao contexto, rápido, idealizado para ser usado em ambientes inteligentes e dinâmicos, podendo ser aplicável em todas as fases do turismo (planejamento, turismo, lembrança). O objetivo principal dele é estar sempre atento à condição fisiológica do turista para oferecer dicas sobre como se manter saudável durante toda a viagem, alertar sobre possíveis perigos à saúde ou à segurança do turista ou ainda oferecer cuidados médicos caso seja necessário.

A aquisição do contexto referente à condição fisiológica do turista é feita automaticamente sem interferência humana através da utilização de sensores acoplados em vestimentas especiais e uma pulseira com a tecnologia RFID. As roupas com os sensores devem ser usadas cotidianamente pelo turista uma semana antes da viagem para colher dados sobre batimentos cardíacos (pulsação), açúcar no sangue, a respiração, pressão arterial, temperatura corporal, e assim traçar um perfil fisiológico do turista. Já a pulseira RFID deve acompanhar o turista do início ao fim da viagem, é através dela que os turistas são identificados pelo sistema. Os dados colhidos pelos sensores nas roupas e na pulseira são enviados várias vezes durante o dia para um servidor central via conectividade sem fio. Uma visão geral pode ser observada na Figura 17:

Figura 17: Ambientes Inteligentes e suas conexões com o servidor central.



Fonte: (DAVARI et al., 2012).

Todos os processos realizados pelo TKGS giram em torno de três etapas/fases fundamentais, que são as seguintes:

- Primeira fase: o sistema avalia a situação física do turista antes da viagem para diagnosticar possíveis doenças e sua gravidade.
- Segunda fase: se durante a viagem for diagnosticada alguma doença, o sistema recomenda locais para atendimento médico e recomenda também hotéis e locais turísticos de acordo com a situação do turista.
- Terceira fase: serviços que são disponibilizados após a viagem.

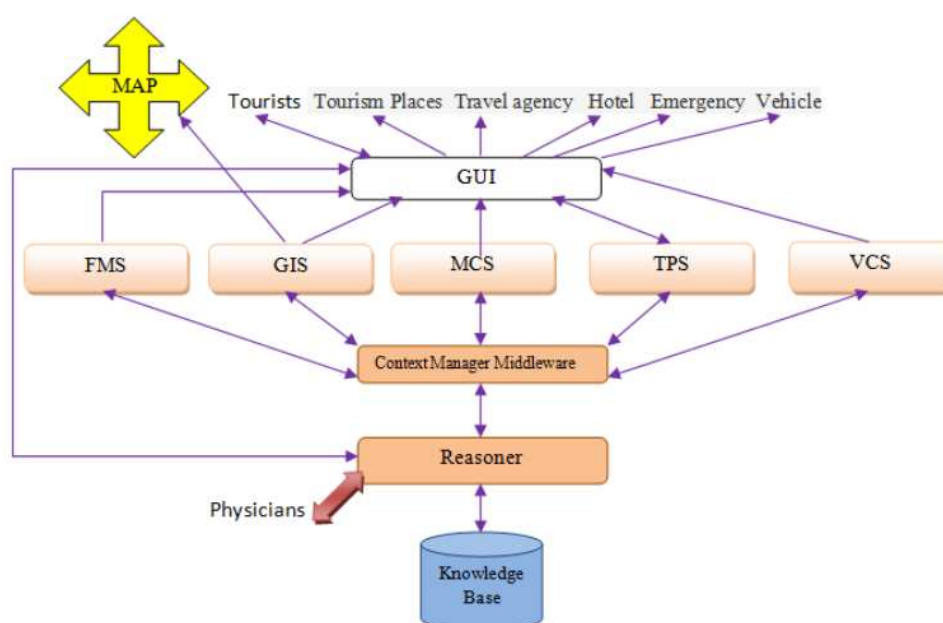
No centro do processamento dos dados recolhidos pelos sensores, está um middleware gerenciador de contexto, que analisa os dados e os envia para o componente “reasoner”, que por sua vez, realiza inferências sobre a condição física do turista e os envia para a um médico

para verificação. Depois que o médico emite sua opinião sobre a condição do turista, o sistema TKGS classifica o turista em três estados distintos. No estado 1 estão os turistas que completamente saudáveis, que não precisam de acompanhamento contínuo do sistema. Na classificação de estado 2 estão os turistas em quem não foram detectadas doenças graves, mas que necessitam de cuidados durante a viagem. Por fim, no estado 3 estão os turistas que não estão em boas condições físicas e necessitam de cuidados continuamente.

Quanto à arquitetura, o modelo TKGS é formado pelos seguintes componentes (apresentados na Figura 18):

- Interface Gráfica do Usuário (GUI): É o componentes que faz a ligação entre os usuários e os serviços oferecidos pelos subsistemas do TKGS.

Figura 18: Arquitetura TKGS.



Fonte: (DAVARI et al., 2012).

- *Middleware* Gerenciador de Contexto: É o componente que recebe os dados dos sensores e outros recursos como o GPS, processa e os envia para o componente *Reasoner*. Também recebe dados do *Reasoner* e os envia para os subsistemas.
- *Reasoner*: É o principal componente na arquitetura TKGS, pois é onde são realizadas as principais funções, como por exemplo, armazenar, acrescentar, recuperar, deletar, atualizar informações na base de conhecimento. Gerencia informações sobre a localização do turista, características pessoais, condição física, nível de satisfação do turista, locais turísticos. O *Reasoner* também é responsável por alertar o turista com problema de saúde, através de mensagens ou sinais sonoros e luminosos, oferecendo instruções de cuidados médicos.
- Subsistema de gerenciamento de *feedback* (FMS): é o componente responsável por verificar o nível de satisfação do turista após visitar um determinado local. O nível de satisfação é um fator usado pelo *Reasoner* para o processo de recomendação POIs. Para encontrar o nível de satisfação do turista, o subsistema faz algumas perguntas padrões após a visita e classifica o local de acordo com as respostas. O

resultado é útil não somente para o turista, mas também para agência de viagens e gerentes de locais turísticos, pois auxilia na melhora da gestão.

- Base de Conhecimento: Contém as informações necessárias ao funcionamento do sistema e são atualizadas regularmente pelo *Reasoner*, como por exemplo, informações médicas, informações sobre a regumentação do turismo, *ranking* de serviços turísticos obtidos através do nível de satisfação dos turistas, informações sobre leis de trânsito e mecânica de veículos.
- Subsistema de Informação Geográfica (GIS): Esse componente obtém a informação sobre as coordenadas geográficas de um determinado lugar através do GPS e utiliza mapas disponíveis na internet para serem consumidos tanto por turistas como por agências de viagens, veículos turísticos, serviços de emergência e provedores de locais de turismo.
- Subsistema de Locais de Turismo (TPS): É o componente que interage com o GIS, GUI e o *Reasoner*, a fim de recomendar locais turísticos que sejam adequados ao perfil do turista no momento certo automaticamente. Além disso, esse componente emite alertas sobre horários de atividades programadas pelos turistas e sobre restrições que possam existir em um determinado local. Também controla os tipos de conteúdos que devem ser apresentados aos turistas, como por exemplo, vídeos, audios, mapas, textos sobre um POI.
- Subsistema de Assistência Médica (MCS): Sua principal responsabilidade é prover cuidados médicos para um turista com problemas de saúde antes e durante a viagem. Além disso, fornece serviços em tempo real para lugares turísticos, hotéis, agências de viagens e serviço médico de emergência automaticamente (DAVARI et al., 2012). Após receber os dados vindos dos sensores e da pulseira RFID, o MCS os envia para o *middleware* gerenciador de contexto, que após processamento envia para o *Reasoner*, que realiza inferências na base de conhecimento para classificar o estado físico do turista. O MCS também dá dicas sobre exercícios físicos, faz alerta sobre horário de ministração de medicamentos, indica locais onde são servidos alimentos permitidos para a situação física do turista e envia informações sobre a dieta do turista para o chefe de um restaurante antes que o turista chegue ao local (DAVARI et al., 2012). Outra tarefa do MCS é verificar as condições ambientais e se elas podem prejudicar o estado fisiológico do turista. Se forem prejudiciais, o MCS faz as alterações necessárias.
- Subsistema de Controle de Veículo (VCS): É responsável por obter, através de sensores, a localização e estado mecânico do veículo turístico, em seguida enviar para o *middleware* gerenciador de contexto. Após processamento do *Reasoner*, o VCS emite alarmes especiais do subsistema GUI, para alertar turistas ou motoristas sobre possíveis infrações de transito ou problemas no veículo.

Uma das principais contribuições do TKGS ao meio turístico e científico é a disponibilização de um guia turístico ciente de contexto bastante abrangente, de escopo global, capaz de dar suporte ao bem estar físico do turista antes, durante e após o turismo, além que possuir características que auxiliam também provedores de serviços e locais turísticos. E não somente fornece suporte a turistas e provedores, mas também possui mecanismos para integrá-los, para que o a experiência turística seja melhorada, mesmo que para isso o custo para a implementação do sistema seja elevado (DAVARI et al., 2012).

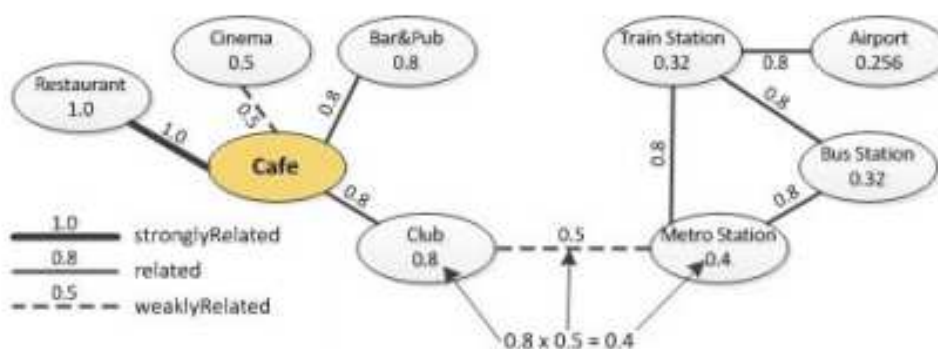
3.1.4 (OZDIKIS; ORHAN; DANISMAZ, 2011).

O trabalho de Ozdikis; Orhan; Danismaz (2011), chamado *Ontology-based Recommendation for Points of Interest Retrieved from Multiple Data Sources*, que é português significa Recomendação baseada em Ontologia para Pontos de Interesses Recuperados a partir de Múltiplas Fontes de Dados, é um sistema caracterizado por uma metodologia de recuperação de informações de fontes de dados na web, a expansão de uma ontologia existente para ser utilizada para armazenar as informações turísticas e permitir inferências, além de um aplicativo para dispositivos móveis que utiliza tecnologias de Realidade Aumentada (RA). O sistema foi implementado tendo como base a cidade de Ancara, capital da Turquia.

O primeiro grande foco do trabalho é a extensão de uma ontologia existente chamada Qall-Me, que possui classes que permitem descrever hotéis, restaurantes, cafés, etc. A expansão realizada nessa ontologia tem como principal objetivo dar um melhor suporte a recomendação de conteúdo e se deu através da adição de classes e propriedades que permitem definir relacionamentos entre as classes e a força entre esses relacionamentos, como por exemplo, um POI do tipo Hospital em relação a um POI do tipo Farmácia, pode ser considerado um relacionamento forte. Por outro lado, um POI do tipo Cinema possui um relacionamento fraco em relação a um POI do tipo Café.

Três níveis de relacionamentos entre classes foram definidos: *stronglyRelated*, para POIs que possuem um forte relacionamento, *related*, para POIs com um relacionamento médio e *weaklyRelated*, para relacionamentos fracos. Também foram definidos valores para cada nível de relacionamento, a saber, 1,0 para *stronglyRelated*, 0,8 para *related* e 0,5 para *weaklyRelated*. Essa definição de valores foi realizada por especialistas de domínio e é demonstrada na Figura 19.

Figura 19: Gráfico de exemplo de relacionamentos.



Fonte: (OZDIKIS; ORHAN; DANISMAZ, 2011).

Outras modificações foram realizadas sobre a ontologia Qall-Me, uma delas foi a criação de outras classes para tipos de POIs adicionais, além da inserção de uma propriedade de tipo de dado chamada *datasource*, que permite identificar a origem da informação.

Em relação ao povoamento da ontologia, em primeiro lugar foram definidas as fontes de dados que utilizadas para obtenção de informações sobre POIs. Foram escolhidas a DBpedia, GeoNames, Google Maps, além de um banco de dados local provido por terceiros

com dados sobre a cidade Ancara/Turquia. Este último é considerado a principal e mais confiável fonte utilizada.

Para a coleta de informações das várias origens, uma categorização do conteúdo foi realizada, pois considerando a heterogeneidade de estruturas dessas fontes, nem sempre é possível apenas transportar o conteúdo para a hierarquia de categorias da ontologia sem haver um pré-processamento (OZDIKIS; ORHAN; DANISMAZ, 2011). Para esta tarefa, foi escolhido o método Naïve Bayes (MITCHELL, 1997), que baseia-se em modelos probabilísticos simples. Neste método, os nomes dos POIs são os únicos recursos utilizados para calcular a probabilidade de pertencer a uma determinada categoria da ontologia Qall-Me.

Após realizadas as aquisições e categorizações de POIs, é realizado um procedimento de identificação e exclusão de POIs duplicados, que é algo possível de acontecer quando se recebe dados de diferentes fontes sobre a mesma região. Podem ocorrer também situações onde os POIs aparentemente sejam idênticos, mas não são. Nomes grafados de diferentes maneiras e até mesmo erros ortográficos precisam ser considerados neste processo. Para esta situação, a solução proposta é identificar e remover termos triviais nos nomes dos POIs e comparando os termos restantes usando métricas de distância de *strings*, que neste caso foi utilizada a distância de Levenshtein, que é uma técnica para comparar o quão parecidas são duas *strings* a partir do número de ações necessárias para deixá-las idênticas. Nomes de POIs que necessitaram de apenas duas ações foram consideradas duplicadas e, portanto, uma delas foi removida. Para decidir qual seria excluída, o critério foi manter a entidade pertencente à fonte de dados mais confiável, que neste trabalho é o banco de dados local, seguido por GeoNames, DBpedia e Google Maps. Como resultado desses processos, a ontologia foi populada com mais de 21.000 entidades referente à cidade de Ancara/Turquia, como por exemplo, restaurantes, cafés, museus, hospitais, bancos, escolas.

Para consumir essas informações da ontologia, foi desenvolvido um aplicativo de realidade aumentada para dispositivos móveis, mostrado na Figura 20, para recomendar conteúdo para o turista, tanto para a plataforma Android quanto para a plataforma iOS. A única informação de contexto utilizada para recomendação de conteúdo é a localização do usuário do aplicativo, que é adquirida através de GPS, se caracterizando assim, em um serviço baseado em localização (*Location Based Services - LBS*).

Figura 20: Exemplo de resultados em uma aplicação de realidade aumentada.



Fonte: (OZDIKIS; ORHAN; DANISMAZ, 2011).

A principal contribuição do trabalho de Ozdikis; Orhan; Danismaz (2011) é a apresentação de uma metodologia para recuperar informações sobre POIs de diferentes fontes de dados disponíveis na web, bem como a maneira como categorizar e indentificar POIs duplicados para posterior armazenamento ou exclusão. Outra contribuição importante é o fato de que os dados sobre esses POIs recuperados são armazenados em uma ontologia estendida para o domínio do turismo, o que permite que sejam realizadas inferências sobre esses dados semânticos.

3.2 Comparação entre os modelos estudados

Considerando os trabalhos relacionados a este trabalho, com suas principais características, funcionalidades, aplicabilidades e interações, foi elaborada a Tabela 2 com o intuito de apresentar uma visão geral para que sejam comparadas.

Com relação a tipos de contextos empregados para construção dos guias, a *localização* do turista, que diz respeito às coordenadas geográficas de onde o turista se encontra, pode-se observar que todos os guias estudados levam em consideração esse tipo de contexto. Da mesma forma, o tipo de contexto *perfil*, que representa todos os dados referentes às características e informações sobre o turista, é utilizado por todos os guias estudados, com exceção do trabalho de Ozdikis; Orhan; Danismaz (2011). Quanto ao tipo *histórico*, que diz respeito aos locais onde o turista esteve, apenas o Ubitour, TourExp e TKGS atentam para este tipo de informação contextual. Apenas o TKGS emprega o tipo de contexto *sensores e condição fisiológica* do turista para a construção do guia.

Tabela 2: Comparação entre os modelos estudados.

Características	Ubitour	TourExp	TKGS	(OZDIKIS; ORHAN; DANISMAZ, 2011)
Contextos empregados	Localização, perfil, histórico	Localização, perfil e histórico	Localização, perfil, histórico, sensores e condição fisiológica.	Localização
Deteção de perfil	Automático e manual	Automático e manual	Automático e Manual	Não considera
Uso de ontologias	Sim	Sim	Não	Sim
Necessidade de conexão	Não	Sim	Sim	Sim
Fonte de dados	Interna e externa	Interna e externa	Interna e externa	Interna e externa
Forma de inserção de dados turísticos	Manual	Manual	Manual	Manual e automática
Fases do turismo	Planejamento, turismo e lembrança	Turismo	Planejamento, turismo e lembrança	Turismo
Permite adições de POIs	Sim	Não	Sim	Não
Integração com redes sociais	Sim	Sim	Não	Não
Suporte a rotas	Sim	Não	Sim	Não
Tipo de Guia	UTG	UTG	UTG	MTG
Permite interação entre os usuários	Sim	Não	Não	Não
Escopo	Geral	Geral	Geral	Geral

Fonte: Revisado e ampliado a partir do trabalho de (COSTA, 2013).

A detecção do perfil do turista, ou seja, a maneira como os guias adquirem informações sobre o turista, em todos os trabalhos estudados foi feita de forma manual, automática ou ambas as formas. Na forma automática é feita uma extração de dados dos perfis dos turistas nas redes sociais, com a autorização do turista. No trabalho de Ozdikis; Orhan; Danismaz (2011), este tipo de contexto não é utilizado.

Sobre o item *Utilização de ontologias*, o UbiTour, TourExp e o trabalho de Ozdikis; Orhan; Danismaz (2011) utilizam Ontologias para armazenar informações e fazer inferências, enquanto que o TKGS não as utiliza. Quanto ao item *Necessidade de conexão*, que se caracteriza em permitir ou não a navegação por conteúdo turístico mesmo sem conexão com a internet, apenas o Ubitour permite essa característica. Todos os guias apresentados utilizam fontes de dados internas e externas para a construção de guias e apenas o trabalho de Ozdikis; Orhan; Danismaz (2011) possui mecanismos para buscar dinamicamente informações turísticas em fontes de dados na web, ou seja, a inserção dessas informações é feita de forma dinâmica em suas estruturas de armazenamento.

Apenas o UbiTour e o TKGS dão suporte a todas as fases do turismo, a saber, o planejamento, o turismo propriamente dito e a fase de lembrança. Dos guias estudados, apenas o TourExp e o trabalho de Ozdikis; Orhan; Danismaz (2011) não permitem adição de POIs e também que não suportam a adição de rotas. No quesito *Integração com as redes sociais*, apenas o UbiTour e TourExp possuem essa funcionalidade. Também foi analisado a capacidade de permitir a interação entre os usuários, e neste item apenas o UbiTour dá esse suporte.

Com exceção do trabalho de Ozdikis; Orhan; Danismaz (2011), que é um Guia Turístico Móvel (MTG), todos os outros guias estudados são considerados Guias Turísticos Ubíquos (UTG), pois levam em consideração não somente a localização do turista como critério para a construção do guia, mas também outras informações contextuais. Todos os guias estudados também possuem um escopo geral, ou seja, podem ser aplicados em qualquer região turística e não apenas uma especificamente.

3.3 Modelos Comerciais de Turismo Móvel e Ubíquo

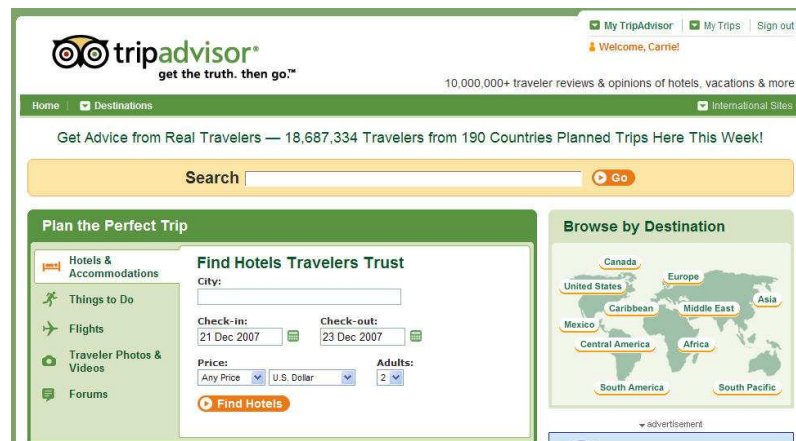
Com o intuito de comparação, as soluções comerciais semelhantes ao modelo proposto neste trabalho foram selecionadas a partir da loja de aplicativos Google Play (GOOGLE, 2014), seguindo dois tipos de critérios. O primeiro critério utilizado foi quanto à popularidade, que pode ser verificada através do número de *downloads* realizados de um determinado aplicativo. O segundo critério foi quanto à posição na lista de aplicativos que aparece quando pesquisadas palavras-chaves na ferramenta de busca da loja de aplicativos. O primeiro termo utilizado para busca foi “turismo”. Uma nova busca foi realizada com o termo “guia de turismo”. Foram utilizados esses termos pela proximidade e simplicidade em relação ao vocabulário popular sobre o turismo. Como resultado da aplicação desses critérios, foram selecionadas as seguintes aplicações comerciais semelhantes.

3.3.1 TripAdvisor

TripAdvisor (TRIPADVISOR, 2014) figura entre os principais guias turísticos atualmente disponíveis no mercado e é formado por uma web site, ilustrado na Figura 21, e

um aplicativo para dispositivos móveis, apresentado na Figura 22. O aplicativo conta uma interface amigável, funcional, onde os itens estão dispostos por categorias, por exemplo, Hotéis, Restaurantes, Atrações, Voos. O aplicativo foi desenvolvido para ser utilizado nos sistemas operacionais Android e iOS, é totalmente gratuito, e para ter acesso a todas as funcionalidades, o usuário precisa se cadastrar ou acessar usando as credenciais do Facebook ou do Google+. Um dos pontos positivos do TripAdvisor é que ele funciona em modo off-line, ou seja, sem conexão com a internet, bastando apenas realizar download prévio dos dados da cidade escolhida.

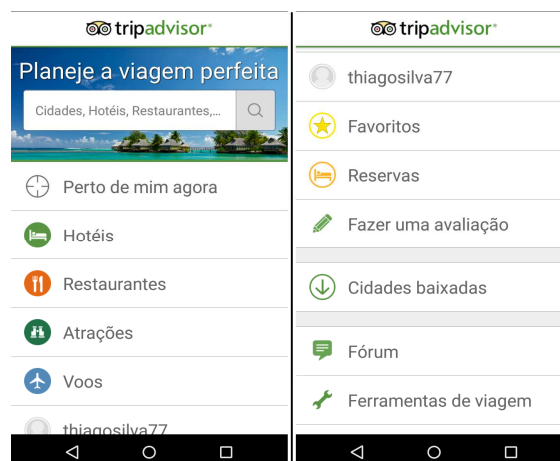
Figura 21: Website TripAdvisor.



Fonte: (TRIPADVISOR, 2014).

Segundo dados da Google Play Store (GOOGLE, 2014), são mais de 150 milhões de avaliações e opiniões dos usuários do aplicativo. O aplicativo é baseado em cidades. Conta com aplicativos adicionais como o City Guides, para excursões, avaliações e mapas off-line, o SeatGuru, com dicas de assentos e status de voos, e o GateGuru, voltado para mapas de aeroportos, lojas, condições climáticas e também status de voo. Uma função importante do aplicativo é a exibição de locais e pontos de interesse próximos ao viajante. Não são encontrados dados de cidades de pequeno porte para download, mas eles podem ser encontrados no modo on-line do aplicativo. Permite ao viajante avaliar, compartilhar, favoritar, comentar, enviar fotos do ponto de interesse visitado.

Figura 22: Aplicativo TripAdvisor.

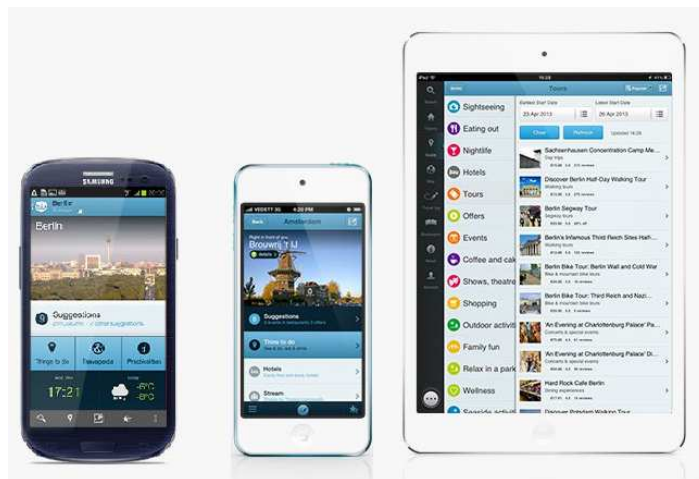


Fonte: (TRIPADVISOR, 2014).

3.3.2 Triposo

Outro importante guia turístico comercial atualmente no mercado é o Triposo (TRIPOSO, 2014), aplicativo de interface amigável, bem organizado e intuitivo, como apresentado na Figura 23, está disponível para os sistemas operacionais Android e iOS. O Triposo foi criado por dois ex-engenheiros da companhia Google para se tornar líder de mercado, e tem como principais características o fato de ser gratuito e funcionar de maneira off-line. O aplicativo é baseado em países e cidades, onde o usuário pode fazer download do país desejado e navegar por ele como se estivesse on-line. Atualmente, além de cidades, o Triposo adicionou dados de locais fora da cidade na sua lista de pontos de interesse. Para o Brasil, são cerca de 170 opções entre cidades e outros locais. Os dados disponibilizados pelo Triposo são coletados e organizados a partir de sites e bases de dados como Wikipedia, Wikitravel, World66, OpenStreetMaps. Os usuários do Triposo podem avaliar os locais visitados, marcar como favorito, fazer comentários, compartilhar fotos e recomendar o local para que outros usuários também o visitem. O aplicativo dá suporte ao planejamento, ao turismo propriamente dito e ao pós-turismo. Também há suporte para rotas.

Figura 23. Triposo.



Fonte: (TRIPOSO, 2014).

3.3.3 TouristEye

O Touristeye (TOURISTEYE, 2014) é um serviço on-line voltado ao turismo que é tanto um site da internet quanto um aplicativo para dispositivos móveis, como é apresentado na Figura 24, além de disponibilizar uma extensão para o navegador Google Chrome. Atualmente, a empresa possui sede na cidade de Madri na Espanha, e foi adquirida pela empresa Lonely Planet. O aplicativo móvel está disponível para os sistemas operacionais Android e iOS. Além de ser gratuito, outra vantagem do aplicativo é o suporte ao uso off-line, mediante o download prévio dos dados das cidades. Após o download, imagens, textos completos e mapas estão disponíveis sem o uso de internet. É preciso criar uma conta ou autenticar-se com as credenciais do Facebook ou Twitter para ter acesso à maioria das funcionalidades do aplicativo. Há suporte para o planejamento da viagem, durante e após. O aplicativo também conta com um sistema de recomendação para viagens futuras baseadas nas

informações do usuário, bem com um sistema que recomenda pontos de interesse próximos ao usuário de acordo com seu perfil. Durante a viagem, é possível avaliar, comentar, marcar como favorito, recomendar e compartilhar informações sobre um POI. Há suporte a rotas.

Figura 24 – TouristEye.



Fonte: (TOURISTEYE, 2014).

3.3.4 GuiaMais Turismo

Outra aplicação voltada ao turismo é o Guia Mais Turismo (GUIAMAIS, 2014), que é baseado em cidades e especializado em cidades no território brasileiro, contendo atualmente 29 cidades disponíveis para pesquisa. O guia é formado tanto por um website quanto um aplicativo desenvolvido para as plataformas Android e iOS. O acesso ao aplicativo se dá através das credencias do Facebook ou Google+, além do “Acesso sem login”, onde as funcionalidades são limitadas. Em termos de interface, que pode ser observada na Figura 25, o aplicativo não deixa a desejar, é bastante amigável e as funções estão bem organizadas o que o torna de fácil acesso.

Figura 25. GuiaMais Turismo.



Fonte: (GUIAMAIS TURISMO, 2014).

No GuiaMais Turismo há suporte a rotas, mas não há suporte para uso em modo off-line, ou seja, não é possível fazer download de informações sobre uma determinada cidade ou região para navegação no aplicativo mesmo sem conexão com a internet. O Guia Mais Turismo provê suporte às três etapas básicas do turismo, o planejamento, durante e depois. Do mesmo modo que as soluções citadas anteriormente, o Guia Mais Turismo também permite avaliar, comentar, marcar como favorito e compartilhar um ponto de interesse visitado. É um guia bem completo com informações interessantes para um viajante. Na tela da cidade escolhida é possível verificar informações climáticas, como a previsão do tempo, temperatura mínima e máxima. Também permite verificar que pontos de interesses existem próximos ao viajante através da função “Perto de mim”. Funcionalidades adicionais também estão presentes, tais como dados sobre transporte, locomoção, emergência e aluguel de veículos.

3.3.5 Considerações sobre as Propostas Comerciais

No âmbito comercial, existe um grande número de aplicativos voltados para o turismo e os selecionados e analisados neste trabalho se destacam dentro desse grupo em relação a popularidade que os mesmos conseguiram atingir. Esses aplicativos apresentam algumas características da computação ubíqua, já que todos consideram informações como a localização do turista, o perfil, preferências, para a construção dos guias.

É notório que a grande maioria desses aplicativos procura disponibilizar não somente o aplicativo em si, mas também web sites para a comunicação com o turista. Desta maneira, essas propostas buscam alcançar o maior número de turistas em potencial quanto possível. Além disso, todas as propostas possuem suporte a diferentes tipos de dispositivos de acesso, como por exemplo, smartphones e tablets.

Alguns dos aplicativos estudados têm como principal fonte, dados produzidos e organizados pela própria empresa mantenedora, como por exemplo, o GuiaMais Turismo. Outros aplicativos, como o Triposo, recolhem dados de diferentes fontes de informações turísticas. No caso do TouristEye, a própria empresa desenvolvedora possui uma grande quantidade de informações turísticas e até disponibiliza esses dados para serem consumidos por outros aplicativos.

Percebeu-se também que a maioria das propostas comerciais se preocupa em disponibilizar conteúdo mesmo se o turista não estiver conectado à Internet, como é o caso do Triposo, TripAdvisor, TouristEye. Em todos os casos, essa navegação off-line é permitida através de download de informações sobre um determinado local ou região, país ou cidade. Apenas o aplicativo GuiaMais Turismo não possuía esta funcionalidade durante a realização deste estudo.

É importante ressaltar também que os aplicativos apresentados neste estudo buscam a colaboração e interação entre turistas, à medida que os incentiva a comentar, classificar, registrar fotograficamente um determinado local turístico para que outros turistas possam usar essas informações como auxílio na tomada de decisão.

Embora os aplicativos de cunho comercial busquem de todas as maneiras alcançar um público cada vez maior para alavancar sua popularidade ou até mesmo suas receitas, em nenhum deles as cidades consideradas de pequeno porte, como definido neste trabalho, e até mesmo as médias possuem destaque, demonstrando assim uma lacuna a ser preenchida.

3.4 Considerações Finais

Os estudos sobre o turismo estão em evidência atualmente, acompanhando o crescimento o setor turístico de um modo geral. Isso se mostra verdade analisando os trabalhos apresentados neste capítulo, onde pode ser observada uma preocupação em prover suporte personalizado ao turista em seus itinerários.

Embora tanto as propostas de âmbito científico quanto de âmbito comercial englobem várias características importantes e essenciais às fases do turismo, o foco desses trabalhos analisados está em apresentar informações turísticas sobre cidades consideradas grandes em relação ao número populacional ou cidades que possuem locais turísticos expressivos. As cidades de pequeno porte ou distante de desse tipo de local, que também possuem atrativos turísticos interessantes não são contempladas por esses guias.

Além disso, percebeu-se que existem dois casos comuns em relação aos trabalhos apresentados. No primeiro caso, há trabalhos que enfatizam bastante a aquisição, organização e utilização de vários tipos de contextos para personalização do conteúdo, mas não há ênfase em mecanismos de busca dinâmica em bases de dados abertas na web que retornem conteúdos atualizados, ou seja, os dados são inseridos manualmente e permanecem algum tempo sem serem atualizados. No segundo caso, acontece o inverso do primeiro, ou seja, existem trabalhos que implementam tais mecanismos de buscas multiorigem, mas são realizadas sem dar ênfase às informações de contexto como crucial para a personalização.

Portanto, baseado nos trabalhos relacionados, é possível afirmar que um guia de turismo ubíquo, que considere a ciência de contexto como fator determinante na realização de uma busca de conteúdo na web, se configura numa lacuna ainda a ser preenchida no campo da pesquisa em turismo. Com isso, a principal contribuição científica deste trabalho é permitir a criação de guias, de forma dinâmica, e também independente da pujança econômica e turística da região. A partir de informações disponíveis na web e do contexto do usuário, o modelo irá construir guias turísticos, apresentando informações sobre POIs, bem como possibilitando a definição de rotas e outras funções. O próximo capítulo detalha como o modelo Ataïru pretende atingir esse objetivo.

4 O MODELO ATAÍRU

Este capítulo apresenta a descrição do modelo ubíquo Ataíru, começando por uma visão geral, mostrando a aplicabilidade do modelo. Logo após, uma descrição mais apurada é feita detalhando os módulos cliente e serviço Ataíru, com seus componentes, juntamente com a descrição das tarefas de cada componente e seus relacionamentos entre si. Com isso pretende-se elucidar de que maneira o modelo será capaz de responder à questão de pesquisa formulada e que os objetivos sejam alcançados.

4.1 Arquitetura

A Figura 26 apresenta uma visão geral sobre o modelo Ataíru, que é o cenário para o qual está sendo projetado, ou seja, todas as fases do turismo: planejamento, turismo e lembrança (COSTA, 2013). Durante todas essas fases os turistas estão sendo influenciados por diversos fatores que o levam a tomar diferentes decisões e ir para diferentes direções. Todos esses fatores são importantes para a tomada de decisão em sistemas de informação turística, e no Ataíru isso não é diferente.

Figura 26: Visão geral do Ataíru.

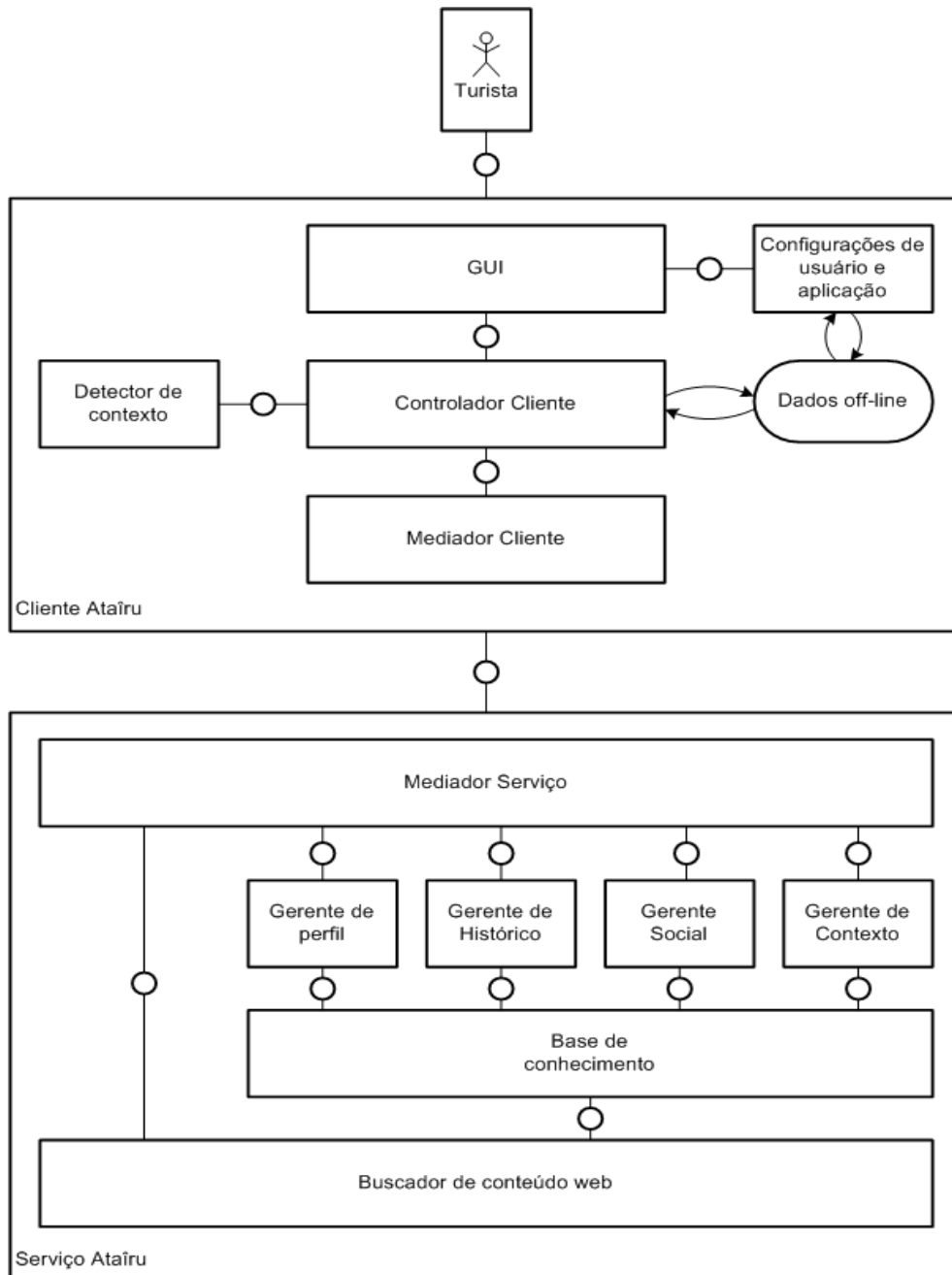


Fonte: Elaborado pelo autor.

Na arquitetura Ataíru, o processo de ciência de contexto acontece através do uso, por parte dos turistas, de dispositivos móveis e sensores acoplados a esses dispositivos. Dentro desta interação, os turistas podem encontrar o que necessitam dentro do próprio Cliente Ataíru presente no dispositivo móvel, ou, se necessário e houver conexão com a Internet, o Cliente pode conectar-se ao Serviço Ataíru, que por sua vez realiza uma busca na web em diferentes provedores de informação turística, caso o conteúdo ainda não exista na base de conhecimento do próprio Ataíru.

A Figura 27 apresenta mais detalhes sobre o modelo Ataïru, particularizando seus componentes. A representação gráfica do modelo foi desenvolvida utilizando a técnica de modelagem de arquitetura padronizada TAM (TAM, 2015). Sobre o módulo de processamento central do modelo, optou-se por usar a nomenclatura Serviço, indicando a capacidade elástica e escalável que pode ser obtida através do uso da computação em nuvem (NIST, 2001).

Figura 27: Arquitetura do Modelo Ataïru.



Fonte: Elaborado pelo autor.

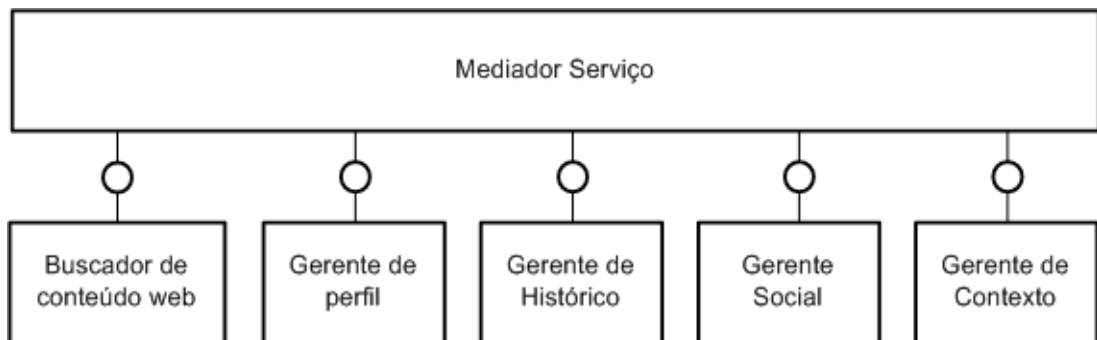
4.2 Serviço Ataïru

O Serviço Ataïru é composto pelos seguintes componentes: Mediador Serviço, Gerente de Perfil, Gerente de Histórico, Gerente Social, Gerente de Contexto, Base de Conhecimento, Buscador de Conteúdo Web. Detalhes sobre esses componentes são apresentados a seguir.

4.2.1 Mediador Serviço

Este componente é o mediador entre o Serviço e o Cliente Ataïru, responsável por analisar a autenticidade do cliente de onde uma requisição é proveniente, ou seja, se o cliente Ataïru é válido. Após essa verificação, caso o cliente seja autêntico, analisa se a requisição recebida é válida, ou seja, se o comando recebido se enquadra dentro das funções do serviço Ataïru. O Mediador é responsável também por distribuir as tarefas entre os demais componentes, receber o resultado dessas tarefas e transmiti-las ao Cliente, mantendo-o informado sobre o estado do Serviço. Na Figura 28 pode ser observada a ligação do Mediador Serviço com os componentes para os quais delega funções.

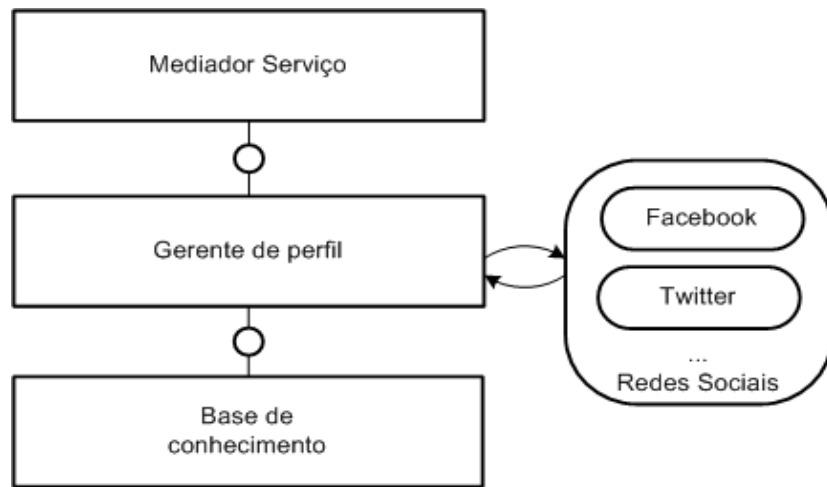
Figura 28: Componente Mediador Serviço.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.2 Gerente de Perfil

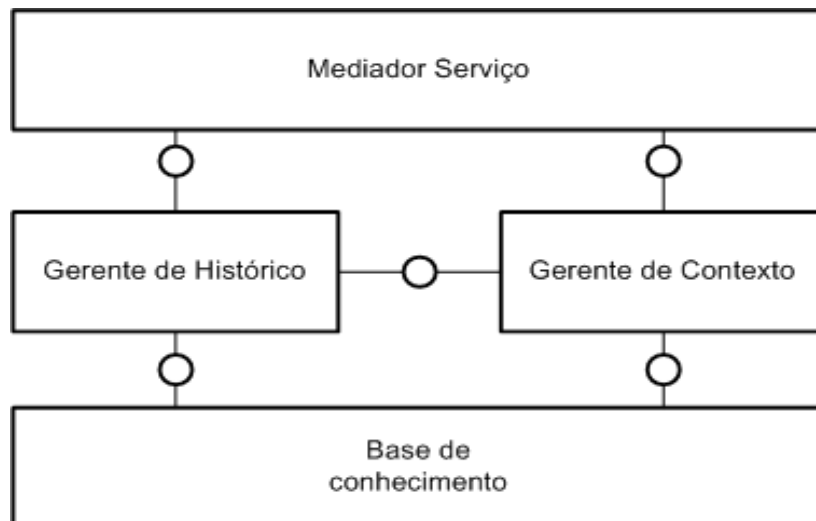
É o componente responsável por gerenciar os contextos relacionados ao perfil do turista, mantendo a base de conhecimento atualizada sobre as informações mais recentes relativas ao turista. Para isso, se conecta automaticamente às redes sociais cadastradas pelo turista para verificar se há alterações no seu perfil nesses ambientes, pois estas são a principal fonte de informação sobre o perfil do turista. As principais informações de perfil que são usadas pelo Serviço Ataïru são: nome, *login* (e-mail), senha, necessidades físicas especiais (cadeirante, mobilidade reduzida), hábitos alimentares, data de nascimento, sexo, cidade natal, cidade que reside, idioma, formação acadêmica, entre outras informações. A representação destas atividades pode ser observada na Figura 29. Outra fonte de informação sobre o perfil do turista é um pequeno formulário que pode ou não ser preenchido pelo turista a qualquer momento no Cliente Ataïru. O não preenchimento desse formulário não afeta negativamente o funcionamento do Cliente Ataïru e seus serviços.

Figura 29: Componente Gerente de Perfil.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.3 Gerente de Histórico

A principal função do Gerente de Histórico é adquirir, armazenar e recuperar informações sobre os locais onde o turista esteve. A aquisição das informações é feita através da comunicação com o componente Gerente de Contexto, pois este possui acesso ao contexto atual do turista. As informações que o componente armazena se referem à localização geográfica, tipo do POI, tipo de viagem, acompanhantes, data e período de estadia, avaliação e comentários sobre um POI. Pretende-se com estas informações dar subsídios para outros componentes para melhor personalização de conteúdo turístico. Por exemplo, um turista que visitou dois museus durante uma viagem pode querer saber sobre outros que existam na região. A Figura 30 ilustra essa interação.

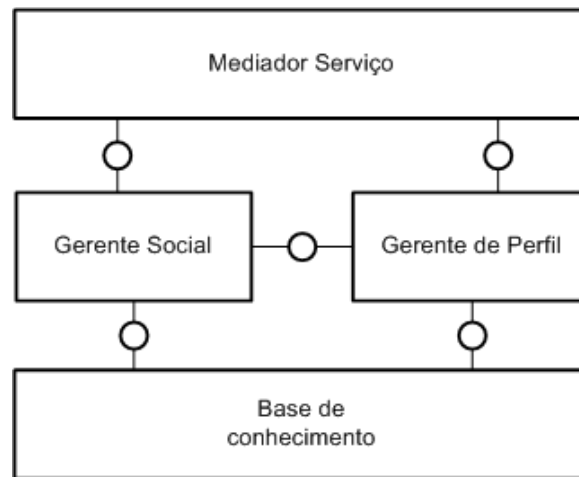
Figura 30: Componente Gerente de Histórico.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.4 Gerente Social

O Gerente Social é o componente responsável por gerenciar as ligações do turista às redes sociais cadastradas por ele, no sentido de prover suporte a postagem de comentários e informações sobre um POI visitado pelo turista. Além disso, o componente é responsável por buscar turistas com perfis parecidos, como por exemplo, turistas que falam o mesmo idioma, que possuem mesmos interesses ou estão viajando com o mesmo objetivo, e dá a opção de interação entre eles, desde que permitido explicitamente pelo turista. Disponível apenas no modo *on-line*, essa detecção é feita através da comparação entre perfis de turistas cadastrados na base de conhecimento, que se encontram na mesma região geográfica, no mesmo período de tempo. O Gerente Social se comunica com Gerente de Perfil, conforme observado na Figura 31, para obter informações sobre login e senha de acesso às redes sociais cadastradas pelo turista.

Figura 31: Componente Gerente Social.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.5 Gerente de Contexto

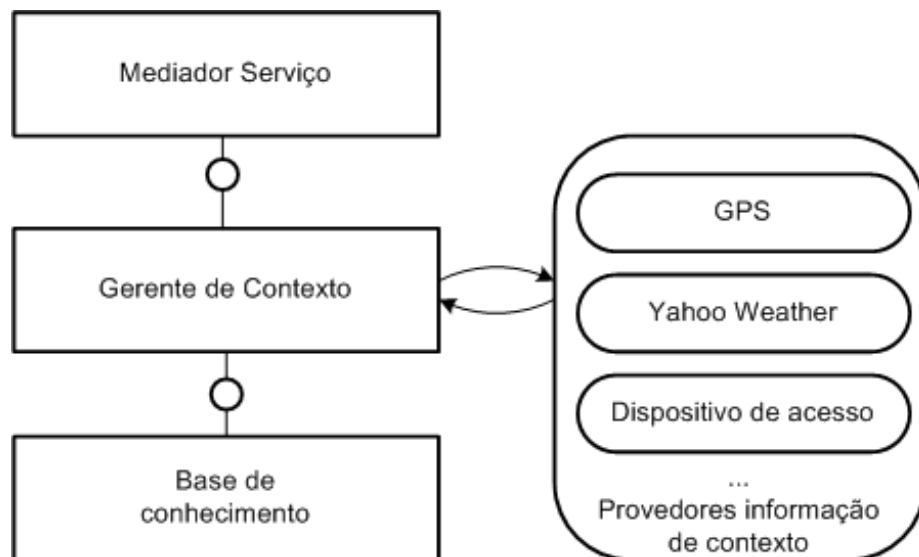
Este é um dos principais componentes da arquitetura Ataîru, levando-se em consideração que é o responsável por gerenciar a maioria das informações de contexto que serão utilizadas no Serviço Ataîru. Essas informações são provenientes do Cliente Ataîru, através do componente Detector de Contexto, e através de interfaces disponíveis na web provedoras de informações.

Tomando como referência a Tabela 1, da seção 2.2, que apresenta tipos de informações de contexto usadas no domínio do turismo, alguns deles foram selecionados para serem utilizados no modelo de contexto Ataîru. São os seguintes:

- **Localização:** coordenadas geográficas de latitude e longitude usadas para localizar o turista ou um recurso turístico. Quando relacionada ao turista, essa informação é recuperada no Cliente Ataîru, através de GPS; quando relacionada a um recurso turístico, é recuperada através de busca de conteúdo na web.

- Perfil do turista: Este tipo de contexto é gerenciado pelo componente Gerente de Perfil, e contém dados sobre o turista, como o nome, sexo, data de nascimento, cidade natal, cidade de residência, idioma, etc.;
- Tipo de viagem: Se refere ao tipo da viagem empreendida pelo turista, como por exemplo, lazer, negócio, cultura, aventura, etc. Esta informação é recuperada no Cliente Ataíru, através de entrada do turista, durante o planejamento de viagem.
- Tipo de POI: Informação referente ao tipo de um recurso turístico, como por exemplo, um restaurante, hotel, cinema, praça, praia, etc. É recuperada através da busca de conteúdo na web.
- Tempo: Informação adquirida no Cliente Ataíru sobre a data e horário do local onde o turista se encontra, levando em consideração a localização atual do turista.
- Condição climática: Essa informação pode se referir à condição climática atual ou por vir, e é recuperada tendo como base a localização do turista. Serviços como o Yahoo Weather (YAHOO, 2015) são fontes desse tipo de informação.
- Histórico: Informações sobre o histórico de visita do turista são usadas para recomendação de conteúdo. São gerenciadas pelo componente Gerente de Histórico, que se comunica com o Gerente de Contexto para obter dados sobre a localização atual do turista, tipo do POI, tipo e período da viagem, etc.
- Meios de transporte: São informações relativas aos meios de transporte disponíveis para se chegar a uma determinada cidade ou local turístico e são recuperadas através da busca de conteúdo web.

Figura 32: Componente Gerente de Contexto.



Fonte: Elaborado pelo autor.

- Restrição financeira: Essa restrição pode se referir a período de tempo e/ou tipo de atividade, por exemplo, a situação de um turista que não pode gastar mais do que R\$ 200,00 por dia, ou mais do que R\$ 75,00 em alimentação por dia. Essas informações são adquiridas pela entrada do próprio usuário no Cliente Ataíru.

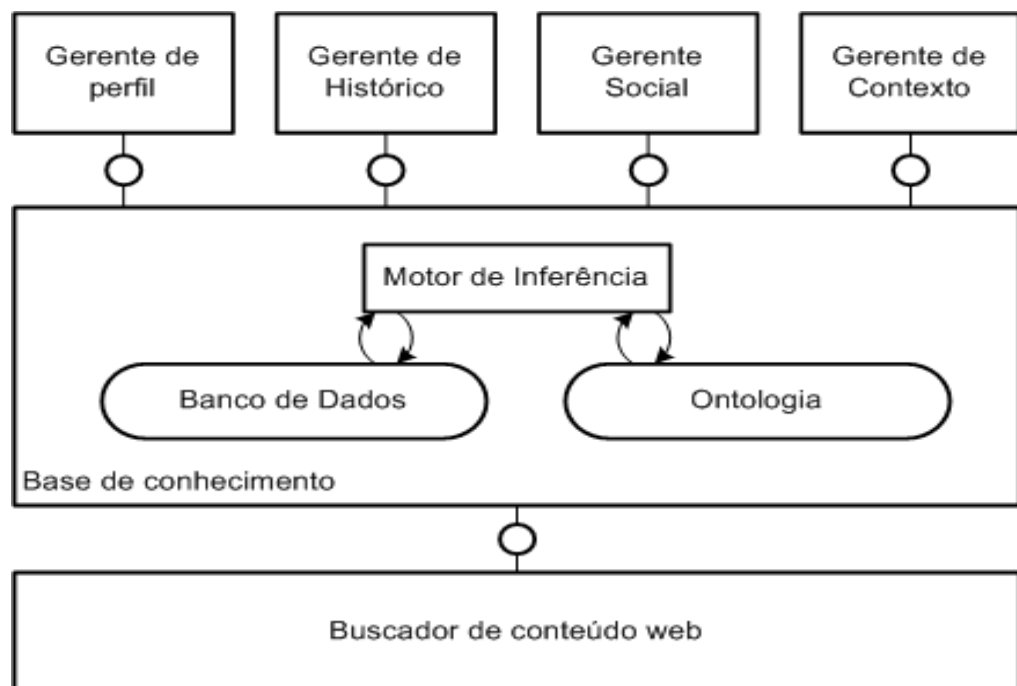
- Restrição temporal: Diz respeito ao período da viagem do turista, e serve para filtrar alguns tipos de POIs que estão relacionados a datas específicas. Ao realizar um planejamento da viagem, os turistas informam ao sistema quantos dias pretendem passar na cidade ou local turístico.
- Fator social: Neste componente, o tipo de contexto social gerenciado é sobre acompanhantes de viagem, como por exemplo, família, amigos, em grupo. O turista, ao fazer o planejamento de viagem, informa ao sistema tais informações.

Todas as informações de contexto relacionadas para uso neste componente são armazenadas em uma ontologia, descrita na subseção 4.4, e, em conjunto, são importantes para a personalização de conteúdo. A Figura 32 apresenta graficamente as interações deste componente.

4.2.6 Base de conhecimento

Este componente agrega em si três subcomponentes: um banco de dados, uma ontologia, além de um motor de inferência. O banco de dados é utilizado para armazenar dados que não são cruciais para a relação semântica e inferências, como por exemplo, informações sobre versão de dados existentes na ontologia, que podem ser usados para verificar se há necessidade ou não de se atualizarem os dados armazenados no cliente Ataîru. A ontologia, que está detalhada na subseção 4.4, é necessária para o armazenamento de informações sobre recursos turísticos, informações contextuais e outras informações. O motor de inferências é necessário para receber solicitações, fazer inferências sobre a ontologia e consultas ao banco de dados, e por fim devolver o resultado ao componente solicitante. A Figura 33 apresenta a arquitetura deste componente.

Figura 33: Base de Conhecimento.



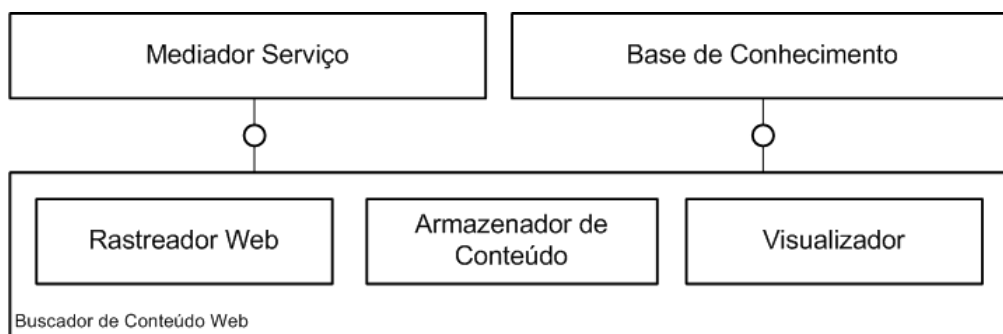
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.7 Buscador de Conteúdo Web

Este também é um dos principais componentes da arquitetura Ataïru, juntamente com o Gerente de Contexto. Suas principais funções são processar toda solicitação de conteúdo recebida do Cliente Ataïru, realizar inferências na base de conhecimento, buscar conteúdo turístico na web, processar esse conteúdo, armazená-lo na base de conhecimento e devolver uma resposta ao Cliente Ataïru.

Este componente, apresentado na Figura 34, está dividido em três subcomponentes: Rastreador Web, Armazenador de Conteúdo, Visualizador. A seguir cada um desses componentes é detalhado:

Figura 34: Componente Buscador de Conteúdo Web.



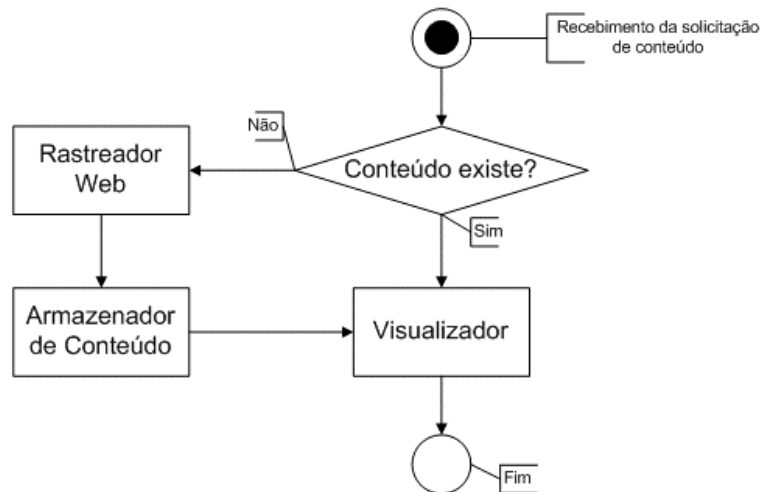
Fonte: Elaborado pelo autor.

- **Rastreador Web:** É o subcomponente responsável por, primeiramente, verificar se o conteúdo solicitado já existe na base de conhecimento. Caso exista, repassa as informações da solicitação recebida para o subcomponente Visualizador, e caso não exista, ele realiza a busca de conteúdo em fontes de dados abertas na web, como por exemplo a DBpedia, GeoNames, OpenStreetMap, Apontador, Panoramio, Google Views e Yahoo Weather. Após a busca, o resultado pré-processado é encaminhado para o subcomponente Armazenador de Conteúdo.
- **Armazenador de Conteúdo:** A principal atividade deste subcomponente é receber os resultados do Rastreador Web, realizar o mapeamento e categorização desses conteúdos retornados para que sejam estruturados de acordo com a hierarquia de classes da ontologia, identificando informações duplicadas e realizando exclusões ou fusões, se necessárias. Esse pré-processamento dos resultados da busca é necessário devido à heterogeneidade das estruturas de categorização das diversas fontes de dados, bem como a possível existência de informações sobre o mesmo recurso turístico em mais de uma fonte. Após isso realiza a comunicação com o componente Base de Conhecimento, para armazenar as informações sobre os recursos turísticos na ontologia, e por fim, repassa as informações sobre a requisição para o Visualizador.
- **Visualizador:** É o subcomponente responsável por realizar as inferências necessárias na ontologia para recuperar a informação solicitada, por escolher a melhor estratégia de visualização do conteúdo da resposta, por exemplo, pode ser um texto, vídeo, fotografia, mapa, etc., e enviá-las para o Mediador Serviço, que por fim, as enviará ao cliente Ataïru. Além disso, no Visualizador que são

definidas as ordens de apresentação dos resultados de acordo com os contextos do turista solicitante.

O esquema de processamento do componente é exemplificado na Figura 35, onde é possível notar o fluxo das atividades, que é iniciado com recebimento da solicitação.

Figura 35: Fluxograma de atividades do componente Buscador de Conteúdo Web.

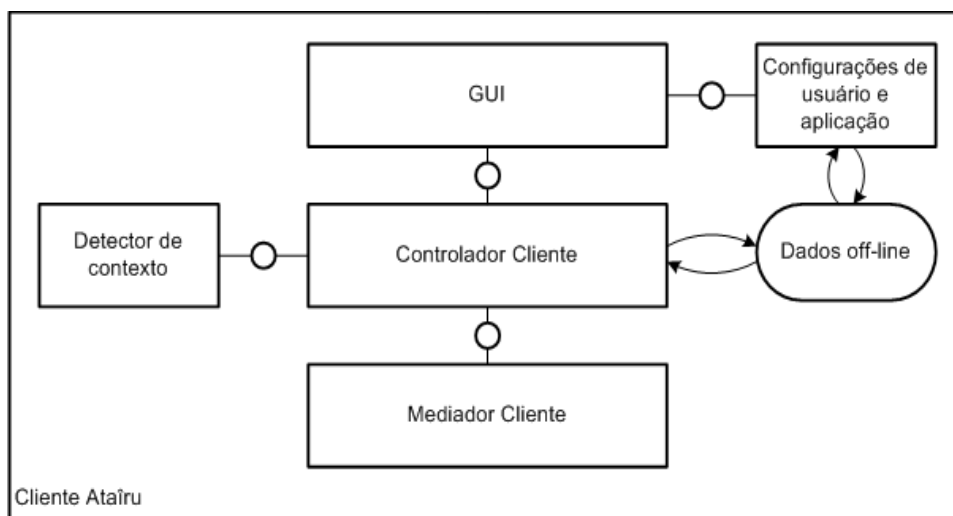


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 Cliente Ataíru

O módulo Cliente Ataíru, conforme Figura 36, agrega os seguintes componentes: GUI, Controlador Cliente, Dados Off-line, Detector de Contexto, Mediador Cliente. Estes componentes serão detalhados a seguir:

Figura 36: Arquitetura do Cliente Ataíru.



Fonte: Elaborado pelo autor.

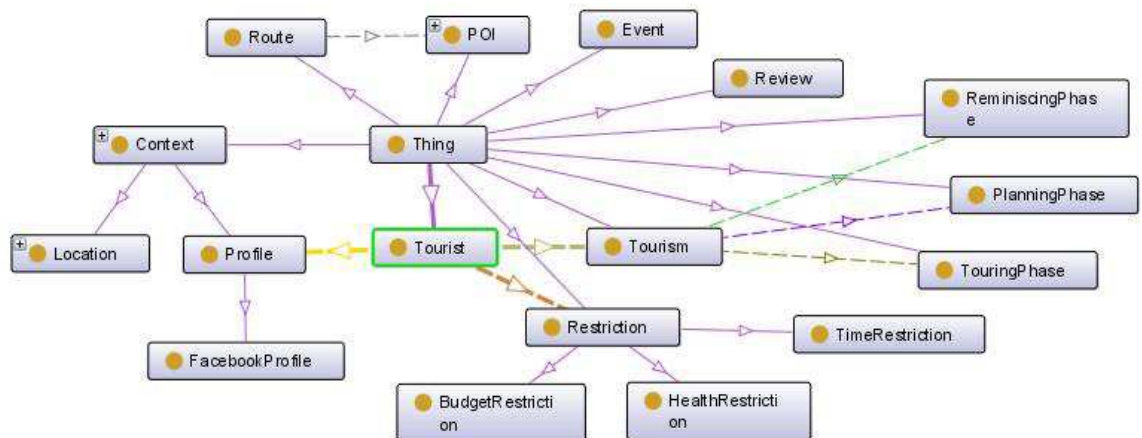
- **GUI (*Graphical User Interface*):** Em português significa interface gráfica do usuário, é o componente responsável pela interação entre o turista e o Ataíru, provendo uma interface gráfica agradável, funcional e com boa usabilidade, para que o turista consiga realizar suas tarefas com o menor número de interações possível. Entre os componentes visuais incluídos do GUI estão botões, caixas de inserção de texto, imagens, mensagens de alerta, menus de opções, entre outros. Este componente interliga-se com o Controlador Cliente enviando informações sobre atividades do usuário, suas solicitações, e recebendo respostas. Também se comunica com o componente Configurações de Usuário e Aplicação.
- **Configurações de Usuário e Aplicação:** A principal função deste componente é gerenciar informações a respeito de alguns aspectos do perfil e preferências do turista, para adequar o Cliente Ataíru da melhor maneira possível de acordo com essas informações. Como exemplo, tem-se nome do turista, idioma, temas gráficos, tipo de unidade monetária, opções de privacidade. O componente adquire essas informações automaticamente e também através de entrada do próprio usuário e as armazena no componente Dados Off-line para ser consumidas também pelo componente Controlador Cliente. Os processos deste componente tem intensa ligação com o componente GUI.
- **Dados Off-line:** O componente Dados Off-line é composto um banco de dados e tem a tarefa de armazenar dados relacionados ao funcionamento do próprio Cliente Ataíru e principalmente informações relacionadas ao perfil do turista, providas diretamente por ele e recuperadas das redes sociais vinculadas ao perfil, bem com dados de acesso ao sistema, e também sobre informações de POIs e rotas “baixadas” pelo turista. Também armazena informações do contexto do turista, como a localização atual (ou a última), obtidas pelo componente Detector de Contexto.
- **Detector de Contexto:** É o componente responsável por detectar automaticamente alguns tipos de contexto através de detectores e sensores disponíveis nos dispositivos móveis. Entre essas informações estão a localização do turista, temperatura ambiente (através de sensor de temperatura), data e horário local e o tipo de dispositivo que o turista está utilizando (*smartphone, tablet, etc.*). Logo após, essas informações são enviadas ao componente Controlador Cliente, que irá gerenciá-las.
- **Controlador Cliente:** Este é o principal componente da arquitetura do Cliente Ataíru. Nele são realizadas funções essenciais, como por exemplo, identificar o tipo de solicitação recebida do componente GUI, verificar se o conteúdo solicitado já existe através do componente Dados Off-line, e caso não exista, envia a solicitação para o componente Mediador Cliente, que gerenciará essa solicitação. O Controlador Cliente também recebe informações de contexto do Detector de Contexto e os armazena em Dados Off-line. Também recebe conteúdo do Mediador Cliente e armazena em Dados Off-line ou envia para o GUI.
- **Mediador Cliente:** A principal função do Mediador Cliente é realizar a conexão do Cliente Ataíru com o Serviço Ataíru. Ele recebe as solicitações do componente Controlador Cliente e envia para o Mediador Serviço, dentro do Serviço Ataíru. As informações que trafegam por este componente dizem respeito ao perfil e contexto do turista, requisições de conteúdo turístico. O Mediador Cliente recebe informações do Serviço Ataíru e as repassa para o Controlador Cliente.

4.4 Ontologia Proposta

Devido a necessidade de fazer inferências, ou seja, deduções em relação às informações que se pretende armazenar na base de conhecimento, escolheu-se utilizar Ontologia, pois atualmente são uma maneira eficiente de representação e organização de conhecimento (GRUBER, 1993). No domínio do turismo, são eficientes para se armazenar dados de contexto, perfil turístico, pontos de interesse, entre outros.

Considerando que uma das características de ontologias é a capacidade de reuso, optou-se pela reutilização de uma ontologia desenvolvida por Costa (2013) chamada Ubitourism, que foi desenvolvida para acomodar informações sobre o domínio do turismo. Esta ontologia foi construída baseada na metodologia de Noy e McGuinness (2001), que define diversos procedimentos para a construção de uma ontologia consistente.

Figura 37: Classes da Ubitourism 2 no Protégé.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A ontologia Ubitourism foi atualizada para que pudesse atender as demandas deste trabalho, passando a se chamar Ubitourism 2, na qual as modificações foram realizadas no sentido de prover suporte à busca de conteúdo na Web, como por exemplo armazenar informações sobre a origem dos dados, questões sobre direitos de uso de dados, entre outras informações necessárias ao modelo Atáru. A Figura 37 apresenta uma representação das principais classes da Ubitourism 2 no Protégé, utilizando o *plugin* OntoGraf (STANFORD, 2015).

5 IMPLEMENTAÇÃO

Neste capítulo serão apresentadas informações a respeito das metodologias usadas para a implementação do modelo Ataîru, bem como as ferramentas tecnológicas pelos quais o desenvolvimento do protótipo cliente e do serviço foi conduzido, como por exemplo: plataformas, linguagens de programação e de marcação, padrões, a IDE (*Integrated Development Environment*) utilizada no desenvolvimento, bibliotecas de suporte, entre outras ferramentas.

5.1 Serviço Ataîru

A estratégia escolhida para implementação do serviço Ataîru foi desenvolver Web Services para receber as requisições do Cliente Ataîru, processá-las e fornecer respostas. Por sua capacidade de permitir a comunicação entre diferentes plataformas e linguagens, justificase a escolha desse tipo de arquitetura de software (PAPAZOGLU, 2008). Decidiu-se também que os serviços seriam desenvolvidos utilizando os princípios da arquitetura Restful (*Representational State Transfer*), onde cada recurso é identificado por uma URI (*Uniform Resource Identifier*), dentre outras características importantes no contexto do serviço Ataîru. A linguagem de programação utilizada foi o Java e o servidor web usado para executar os códigos Java foi o Apache Tomcat (APACHE, 2015b).

Além dessas tecnologias, outras se fizeram necessárias ao desenvolvimento do serviço Ataîru, algumas delas estão listadas a seguir:

- Jersey: A biblioteca Jersey (ORACLE, 2015a) fornece suporte ao desenvolvimento de Web Services Restful implementando a especificação integrante do Java Enterprise Edition chamada JAX-RS (JSR-311), que define os procedimentos para a criação de Web Services na arquitetura Restful. Por esse motivo tal biblioteca foi bastante utilizada.
- Apache Jena: O Jena, como é conhecido, foi utilizado por ser um poderoso *frameworks* para o desenvolvimento de aplicações da web semântica e de dados ligados (APACHE, 2015a), que é o caso do Serviço Ataîru, onde os a maioria da informações a serem armazenadas estão no formato de ontologia OWL.
- Sparql: Para realização das consultas semânticas será adotada a linguagem SPARQL, por ser uma recomendação do consórcio W3C para tal objetivo. Para prover suporte às consultas foi utilizada também a biblioteca ARQ do Jena.
- PostgreSQL: Para persistência de dados usados na camada de armazenamento da ontologia foi utilizado o PostgreSQL, que é um Sistema Gerenciador de Banco de Dados objeto-relacional de código aberto que suporta grandes volumes de transações e possui boa confiabilidade, integridade de dados e conformidade a padrões (POSTGRESQL, 2015).
- Json e Gson: A necessidade de troca de informações entre o cliente e o serviço Ataîru levou a escolha de uma biblioteca para serializar os dados antes de trafegá-los, e considerando que o formato de dados usado na implementação foi o Json, foi escolhida a biblioteca Gson (GOOGLE, 2015d) para realizar essa tarefa. Além de serializar objetos Java no formato Json, também realiza o processo inverso.

- **NetBeans:** Para prover suporte ao desenvolvimento foi utilizada a IDE NetBeans (ORACLE, 2015b), que fornece diversas ferramentas de apoio ao desenvolvimento multiplataforma, bibliotecas, ferramentas para depuração, compilação, entre outras funções.

Os principais serviços disponibilizados pelo Atáfru são subdivididos em List, Enroll e Infer, se referindo a listagem de conteúdo, gravação de conteúdo e inferência de conhecimento, respectivamente. A seguir serão descritos os principais serviços dentre essas subdivisões.

Os serviços do grupo List disponibilizam as seguintes funções:

- *PoiAndLocationCity:* *Web Service* responsável por listar os POIs de uma determinada cidade, juntamente com suas localizações (*Locations*).
- *PoiAndLocationCityCategory:* Tem função semelhante ao *Web Service PoiAndLocationCity*, porém, retorna apenas os POIs de uma determinada categoria, como exemplo, *Alimentation, Religious, Health, etc.*
- *PoisNearby:* *Web Service* responsável por retornar uma lista de POIs encontrados próximos ao turista de acordo com as coordenadas geográficas de sua localização.
- *TouristAndProfile:* Responsável por listar todos os turistas juntamente com seus perfis.
- *OneTouristAndProfile:* *Web Service* semelhante ao *touristAndProfile*, porém neste caso é retornado apenas os dados de um turista e seu perfil.
- *Event:* Responsável por devolver uma lista com informações sobre eventos.
- *ReviewPoi:* Responsável por retornar uma lista com avaliações feitas pelos turistas sobre um determinado POI.

Serviços do grupo Enroll disponibilizam as seguintes funções:

- *Tourist:* *Web Service* responsável por cadastrar informações básicas sobre um turista, como nome, telefone e e-mail.
- *Profile:* Tem como responsabilidade cadastrar informações mais completas sobre o perfil do turista, como o sexo, *login*, senha, cidade natal, grau educacional, entre outras informações.
- *TouristAndProfile:* A função deste *Web Service* é cadastrar tanto dados básicos sobre turistas quanto informações complementares do seu perfil
- *Tourism:* Responsável por registrar na ontologia a ação do turista quando este decide fazer turismo. Informações como destino, data de início e fim do turismo, são exemplos de informações cadastradas.
- *Review:* Responsável por cadastrar uma avaliação feita por um turista sobre um determinado POI.
- *HealthRestriction:* *Web Service* responsável por registrar na ontologia dados sobre possíveis restrições de saúde do turista.
- *BudgetRestriction:* Responsável por cadastrar possíveis restrições de gasto financeiro do turista, quanto ele pode gastar por dia e quanto pode gastar no total do turismo.

No grupo Infer, são disponibilizadas as seguintes funções:

InferBudgetRestriction: Tem como principal função verificar se os gastos diários e total do turista estão dentro dos limites ou foram ultrapassados.

InferHealthRestriction: Verifica se o turista possui alguma restrição de saúde.

A Figura 38 apresenta um trecho de código usado para verificar se o conteúdo solicitado já existe na ontologia, e caso já exista, é executado o código usado para listar todos os POIs cadastrados, apresentado na Figura 39 (algumas linhas foram suprimidas para diminuir as dimensões da figura).

Figura 38: Código para verificar se o conteúdo solicitado já existe na ontologia.

```
public Boolean verificaConteudoExiste(String conteudo) {
    String checkConteudo = PREFIXO + "ASK { ?s ubi:city ?nomeCity . " +
        "FILTER ( ?nomeCity = '"+conteudo+
        "' || ?nomeCity = '"+conteudo.toLowerCase()+
        "' || ?nomeCity = '"+conteudo.toUpperCase()+"' ) . }";
    boolean conteudoExiste = getConn().execAskQuery(QueryFactory.create(checkConteudo));
    return conteudoExiste;
}
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 39: Código de busca de POIs de uma cidade, já cadastrados na ontologia.

```
String query = PREFIXO +
    "SELECT ?subject ?type ?pdescr ?pname ?ppaymt ?pavera ?pkywds ?pestpr ?potime \n" +
    "?pctime ?pphone ?pemail ?porige ?porigI ?porigU ?porigL \n" +
    "?ladres ?lconti ?lcity ?lcount ?lcoord ?llatit ?llongt ?lneugh \n" +
    "?ldistr ?lpcode ?lprovi ?lstate ?lzcode \n" +
    "WHERE {\n" +
    " ?subject ubi:hasContext ?ctx . \n" +
    " ?subject rdf:type ?type . \n" +
    " OPTIONAL { ?subject ubi:poiName ?pname . }\n" +
    " OPTIONAL { ?subject ubi:poiPaymentMethod ?ppaymt . }\n" +
    " OPTIONAL { ?subject ubi:poiKeywords ?pkywds . }\n" +
    " OPTIONAL { ?subject ubi:poiEstimatedPrice ?pestpr . }\n" +
    " OPTIONAL { ?subject ubi:poiOpenTime ?potime . }\n" +
    " OPTIONAL { ?subject ubi:poiCloseTime ?pctime . }\n" +
    " OPTIONAL { ?subject ubi:poiPhone ?pphone . }\n" +
    " OPTIONAL { ?subject ubi:poiEmail ?pemail . }\n" +
    " OPTIONAL { ?subject ubi:poiOrigem ?porige . }\n" +
    " OPTIONAL { ?ctx ubi:address ?ladres . }\n" +
    " OPTIONAL { ?ctx ubi:city ?lcity . }\n" +
    " OPTIONAL { ?ctx ubi:country ?lcount . }\n" +
    " OPTIONAL { ?ctx ubi:locationLat ?llatit . }\n" +
    " OPTIONAL { ?ctx ubi:locationLng ?llongt . }\n" +
    " FILTER ( ?lcity = '"+cidade+"' || ?lcity = '"+cidade.toLowerCase()+
    "' || ?lcity = '"+cidade.toUpperCase()+
    "}" +
    "GROUP BY ?subject ?type ?pdescr ?pname ?ppaymt ?pavera ?pkywds ?pestpr " +
    "?potime ?pctime ?pphone ?pemail ?porige ?porigI ?porigU ?porigL " +
    "?ladres ?lconti ?lcity ?lcount ?lcoord ?llatit ?llongt ?lneugh ?ldistr ?lpcode " +
    "?lprovi ?lstate ?lzcode";
return RSFormatter.formatToJSON( getConn().execSelect(query) , "UTF-8" );
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 40 e Figura 41 apresentam trechos de códigos usados no caso de o conteúdo solicitado pelo turista não ser encontrado na ontologia, o que gera uma solicitação de busca de conteúdo na Web. É importante ressaltar que as fontes de informações turísticas utilizadas

para implementação do modelo foram a DBpedia, GeoNames e Apontador. No código da Figura 40 a busca é feita na fonte de dados Apontador, que para conceder acesso aos seus dados, é necessário primeiro solicitar um *token* de acesso, que é uma chave de acesso válida por um certo período de tempo. De posse desse *token* é feita a requisição, passando como parâmetro a URI do serviço requisitado, o método de requisição HTTP (neste caso o GET), tipo do *token* e o próprio *token*. Após feita a requisição, o resultado é tratado e armazenado em uma variável do tipo *StringBuilder* do Java, e em seguida é utilizada a biblioteca Gson para criar um objeto Java a partir do objeto JSON recebido do Apontador.

Figura 40: Busca de conteúdo no Apontador.

```
String urlString = apontador_apiUrl+"/places/?fq=address.city:\""+cidade+"\"&rows=50&start="+contStart;
URL url = new URL(urlString);
URLConnection conexao = (URLConnection) url.openConnection();
conexao.setRequestMethod("GET");
conexao.setRequestProperty("Accept", "application/json");
conexao.setRequestProperty("Authorization", ""+aptTokenType+" "+ aptAccessToken);
BufferedReader bin = new BufferedReader(new InputStreamReader(conexao.getInputStream(), "UTF-8"));
String linha = "";
StringBuilder fluxo = new StringBuilder();
while ((linha = bin.readLine()) != null){
    fluxo.append(linha);
}
Gson gson = new Gson();
Result obj = gson.fromJson(fluxo.toString(), Result.class);
for(ApontadorPlace placeAtual1 : obj.results.places){
    places.add(placeAtual1);
}
}
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 41 o trecho de código apresenta uma busca feita na fonte DBpedia. Diferentemente do Apontador, a DBpedia disponibiliza um *endpoint*, onde as consultas são realizadas usando a linguagem de consultas semânticas Sparql. Para realizar a requisição a partir do código Java, foram utilizadas funções do Apache Jena, criando um objeto do tipo *QueryExecution*, passando como parâmetro endereço do endpoint e a consulta elaborada. O resultado é armazenado num objeto do tipo *ResultSet*.

Figura 41: Busca de conteúdo na DBpedia.

```
String queryBuscaCity = prefixos +
"SELECT ?city ?city_name ?city_wikiId ?resumo ?apelidoDbp ?apelidoFoaf "+
"?populMetroDbp ?populAnoOrigemDbp ?populMetroDbo ?populTotal ?prefeito ?cep "+
"?codAreaTel ?latGeo ?longGeo ?website ?imagemFoaf ?pais \n" +
"WHERE {" +
"?city a type:City108524735; " +
"    rdfs:label ?city_name . " +
"?city dbo:abstract ?resumo . " +
"OPTIONAL {?city foaf:nick ?apelidoFoaf} . " +
"OPTIONAL {?city dbp:populationMetro ?populMetroDbp} . " +
"OPTIONAL {?city dbp:populationTotal ?populTotal} . " +
"OPTIONAL {?city dbo:postalCode ?cep} . " +
"OPTIONAL {?city geo:lat ?latGeo} . " +
"OPTIONAL {?city geo:long ?longGeo} . " +
"OPTIONAL {?city dbo:country ?pais} . " +
"FILTER (langMatches(lang(?city_name), \"PT\")) . " +
"FILTER (langMatches(lang(?resumo), \"PT\")) . " +
"FILTER (regex(str(?city_name),\"^"+cidade+"\") && isLiteral(?city_name)). " +
"}";
QueryExecution queryExecution = QueryExecutionFactory
    .sparqlService("http://dbpedia.org/sparql", queryBuscaCity);
ResultSet rs = queryExecution.execSelect();
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2 Cliente Ataïru

Para implementação do cliente Ataïru, uma das primeiras decisões foi a escolha da plataforma a ser utilizada, sendo que a plataforma Android (ANDROID, 2015) foi a escolhida, devido o conhecimento e a experiência do desenvolvedor deste trabalho, além do fato dela estar em constante desenvolvimento e por contar com uma extensa comunidade de desenvolvedores e entusiastas. Foi então desenvolvido um protótipo para dispositivos móveis baseado nesta plataforma para ser o Cliente Ataïru. Para tanto, as seguintes ferramentas tecnológicas foram utilizadas.

- Java: Por se tratar de um protótipo para executar sobre a plataforma Android, a linguagem de programação principal utilizada foi o Java, que segundo Mendes (2009) é uma linguagem de programação e uma plataforma de desenvolvimento. Além de ser a linguagem principal da plataforma Android, possui uma forte comunidade de desenvolvedores ativos e que cresce cada vez mais. Para Luckow & Melo (2010, p. 24), esse é um dos pontos fortes do Java, “pois além de instituições privadas que criam IDEs, por exemplo, existe uma comunidade muito forte e atuante nos projetos criados para a plataforma [...] que muito contribuem para sua evolução.”.
- Android Studio: Para facilitar o desenvolvimento do protótipo foi adotada a IDE Android Studio (ANDROID, 2015), por ser a IDE oficial da Google, empresa que mantém e desenvolve a plataforma Android, e por conter ferramentas e bibliotecas ideais para este tipo de projeto, agilizando todo o processo.
- SQLite: Em relação a persistência de dados do cliente Ataïru, optou-se pela utilização do banco de dados nativo da plataforma Android, o SQLite (SQLITE, 2015), que é uma biblioteca escrita na linguagem C, multiplataforma, que implementa a maior parte do banco de dados SQL92. A escolha justifica-se pelas características desse banco de dados, como a simplicidade, pequeno consumo de espaço em disco e por ser livre para o uso para qualquer fim, comercial ou privado, além de ser amplamente utilizada por desenvolvedores em todo o mundo (SQLITE, 2015).
- Retrofit: A biblioteca Retrofit provê suporte a requisições HTTP, especialmente tendo como alvo Webservice. Devido essa característica, a biblioteca foi utilizada para facilitar o processo de envio e recebimento de dados entre cliente e serviço Ataïru. Na Figura 42 é possível observar um trecho de código utilizado no cliente onde é feita uma requisição ao serviço, onde também é possível observar a biblioteca Gson em funcionamento para fazer a transformação de dados recebidos do serviço no formato Json para um objeto Java.

O código apresentado na Figura 42 apresenta um trecho onde é feita uma requisição ao serviço Ataïru utilizando a biblioteca Retrofit e Gson. Para tratar o conteúdo que será recebido do serviço (em formato JSON), é criado um objeto do tipo Gson, tendo como parâmetros uma classe com a mesma hierarquia do arquivo JSON que o serviço retorna, e uma classe para deserializar os dados, ou seja, torna-lo novamente em objeto Java. Logo após é criado um objeto Retrofit com os dados da requisição, como o URI do serviço, cliente HTTP, e objeto Gson. Em seguida é instanciada uma interface de métodos usados para realizar as requisições, outros comandos que envolvem a chamada da requisição (de forma assíncrona) e tratamento da resposta do serviço Ataïru.

Figura 42: Requisição HTTP ao serviço Ataïru usando a biblioteca Retrofit.

```
Gson gson = new GsonBuilder()
    .registerTypeAdapter(PoiLocation.class, new ListPoiLocationDeserializer())
    .create();

OkHttpClient client = new OkHttpClient();
client.setConnectTimeout(120, TimeUnit.SECONDS);
client.setReadTimeout(120, TimeUnit.SECONDS);

Retrofit retrofit = new Retrofit
    .Builder()
    .baseUrl(API)
    .addConverterFactory(GsonConverterFactory.create(gson))
    .client(client)
    .build();

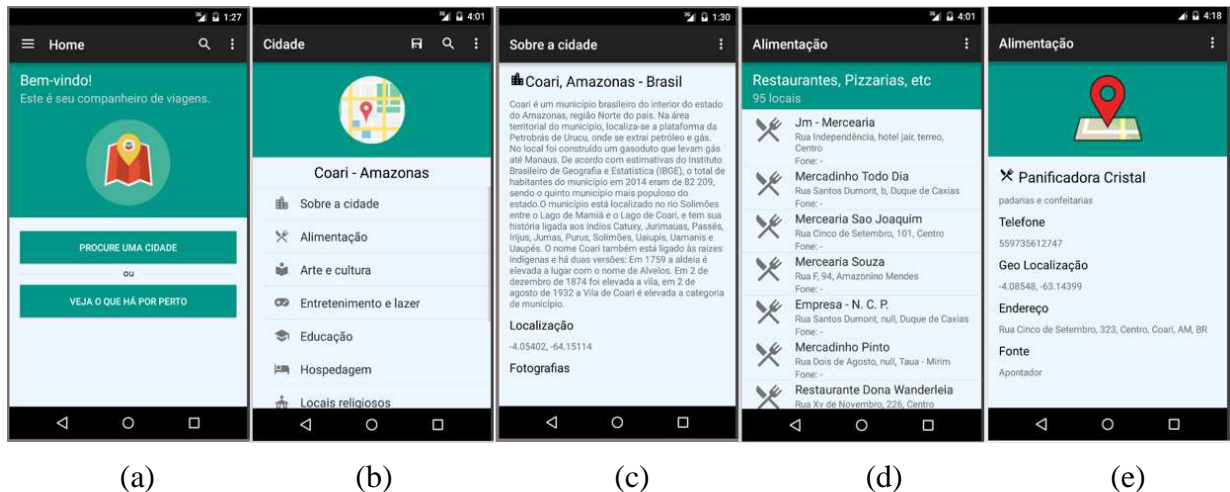
ListAPI listAPI = retrofit.create(ListAPI.class);

Call<PoiLocation> call = listAPI.listarPoisCidade(nomeCidade);
call.enqueue(new Callback<PoiLocation>() {
    @Override
    public void onResponse(retrofit.Response<PoiLocation> response, Retrofit retrofit) {
        PoiLocation poi = response.body();
        if (poi != null) {
            // instruções
            // ...
        }
    }
});
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como resultado do desenvolvimento do protótipo do cliente Ataïru, a Figura 43 apresenta algumas telas principais do mesmo, onde é possível observar algumas funcionalidades, como à busca de conteúdo e sua apresentação na tela.

Figura 43: Capturas de telas do cliente Ataïru.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 43 (a) apresenta a captura da tela principal do aplicativo Ataïru, em que o usuário pode escolher entre funções como procurar os POIs de uma cidade, listar POIs que estão próximos à sua localização, acessar o menu lateral superior esquerdo e o menu lateral superior direito. Na Figura 43 (b) é mostrada a tela principal de uma cidade, onde está uma lista de categorias de POIs recuperadas na Web, as funções de procurar um POI específico na cidade em questão, além de salvar os dados dos POIs da cidade no banco de dados local, para uso *off-line*. A Figura 43 (c), por sua vez, apresenta informações básicas sobre uma cidade,

como por exemplo, descrição, localização, população, histórico, dicas, fotografias, código postal, etc.

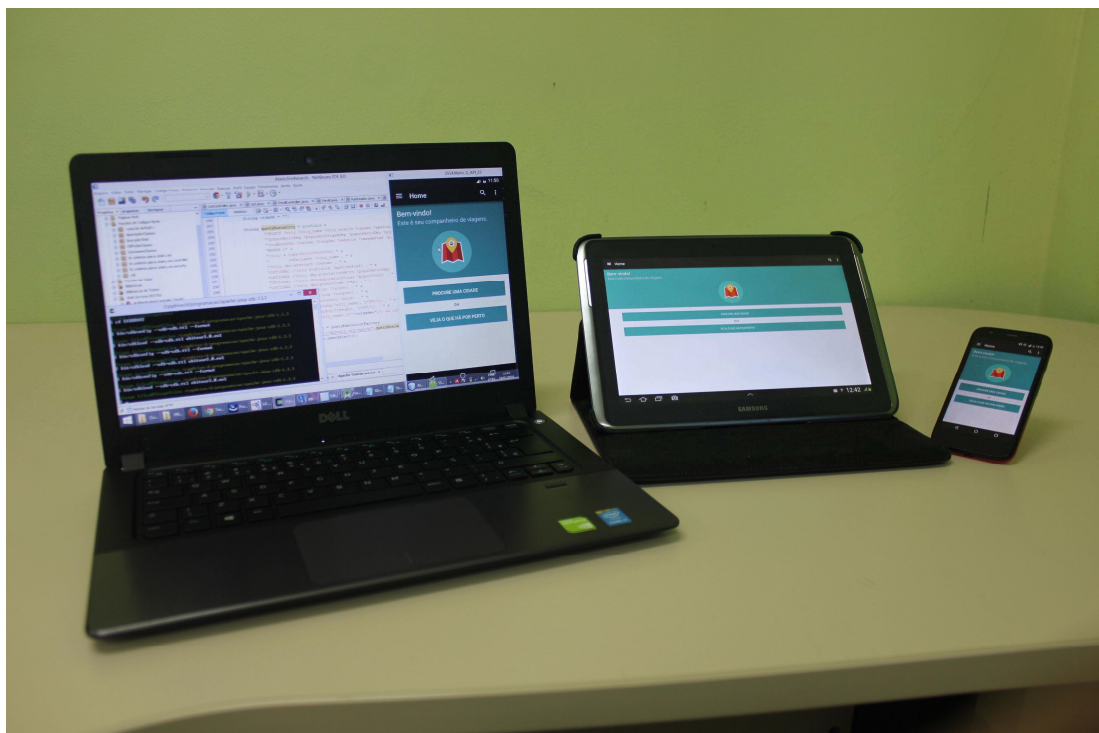
A Figura 43 (d) apresenta a lista de POIs de uma determinada categoria, onde o usuário pode ter informações gerais, como a quantidade de POIs encontrados na categoria, e informações específicas, como endereço e telefone de cada POIs da lista. Por fim, a Figura 43 (e) apresenta a tela com os dados de um POI específico, como o nome, descrição, localização, endereço completo, e também a fonte dos dados, que na maioria das vezes é uma exigência da fonte para conceder acesso aos seus dados.

5.3 Ambiente de Experimentação

Para a aplicação de testes sobre o serviço e cliente Ataîru, foi preparado um ambiente para a realização de experimentos e testes sobre o protótipo desenvolvido, tanto para o Serviço quanto para o Cliente Ataîru. Para isso, foi feito um acordo de cooperação técnica com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Coari, com o intuito de utilizar os ambiente físico, estrutura e equipamentos de hardware e software da instituição, como por exemplo sala para os testes e avaliações feitas sobre o modelo, além de uma credencial de acesso a rede local de computadores e internet.

Em relação ao hardware utilizado, tanto para o desenvolvimento do serviço quanto do cliente Ataîru foi um notebook da marca Dell (apresentado na Figura 44) que possuía as seguintes configurações: processador Intel i7 de 2.4GHz, 8 Gb de memória RAM DDR3 1333 MHz, disco rígido de 500 Gigabytes, executando o sistema operacional Microsoft Windows 8.1.

Figura 44: Notebook e dispositivos móveis usados na implementação e testes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto ao cliente Ataïru, para a instalação e aplicação de testes foram utilizados dois dispositivos móveis, um *smartphone* Motorola, modelo Moto G, com processador de 1.4 Ghz, 1 Gb de memória RAM e tela de 4,5”, executando o sistema operacional Android 5.1, e um *tablet* Samsung, modelo Galaxy Note, com processador de 1.4 GHz, 2 Gb de memória RAM e tela de 10.1”, executando o sistema operacional Android 4.1. Ambos são mostrados na Figura 44.

Após desenvolvido o serviço Ataïru, para que fossem feitos testes, bem como para análise do comportamento no ambiente de nuvem computacional, foi gerado um arquivo .war (*Web Application Archive*), com todos os recursos do projeto e implantado em uma instância do tipo EC2 na *cloud* da Amazon (AMAZON, 2016), sendo do tipo t2.micro¹. Nessa instância foram feitas adaptações necessárias, como por exemplo a instalação do SGBD PostgreSQL e o servidor Web Java Apache Tomcat, para fazer o *deploy* da aplicação.

¹ Instância do tipo t2.micro, com sistema Operacional Microsoft Windows Server 2012.

6 AVALIAÇÃO

Este capítulo apresenta os procedimentos e metodologias usadas para avaliar o modelo Ataïru com o intuito de responder a questão de pesquisa formulada. Três tipos de avaliações foram utilizadas, a saber, avaliação por cenários, avaliação de desempenho e avaliação de usabilidade.

6.1 Avaliação por Cenários

A avaliação por cenários tem sido utilizada pela comunidade científica para avaliar sistemas da área do turismo, onde frequente está envolvida a computação móvel, ubíqua e ciência de contexto (COSTA et al., 2014; SATYANARAYANAN, 2001). Esse fato endossa a escolha desse tipo de avaliação, pois o objetivo desta subseção é apresentar exemplos de situações reais onde o modelo Ataïru poderá ser útil, considerando os objetivos traçados e a questão de pesquisa levantada. Portanto, foi definido um cenário que fornece informações básicas que ilustra a utilização do Ataïru na fase de planejamento de uma viagem turística à cidade de Coari – AM.

Cenário – Planejamento de viagem com o Ataïru.

“Carlos é um empresário jovem que mora na cidade de Manaus - AM, que sairá de férias dentro de três dias e decide viajar para Coari, uma cidade pequena do interior do estado onde ele ainda não esteve antes. A viagem deve durar quatro dias e ele decide que viajará sozinho. Para obter informações sobre a cidade de Coari, ele ‘baixou’ o aplicativo Ataïru, utilizou sua credencial do Facebook para se cadastrar e clicando na opção ‘Procure um lugar’, disponível na tela principal, usou um campo de texto do aplicativo, digitou o nome da cidade e clicou em ‘Procurar’. Ao detectar que Carlos pesquisou uma cidade diferente do local onde ele estava, o aplicativo automaticamente reconheceu que se tratava de um planejamento de viagem turística. O Ataïru apresentou uma página onde estavam as principais informações sobre a cidade de Coari e algumas categorias de pontos de interesse, como hotéis, restaurantes, eventos, etc. Através da opção ‘Eventos’, Carlos ficou sabendo que dentro do período de sua viagem estaria acontecendo o principal festival da cidade, então ele seleciona esse evento para ter mais informações e clica em ‘Participar’.”

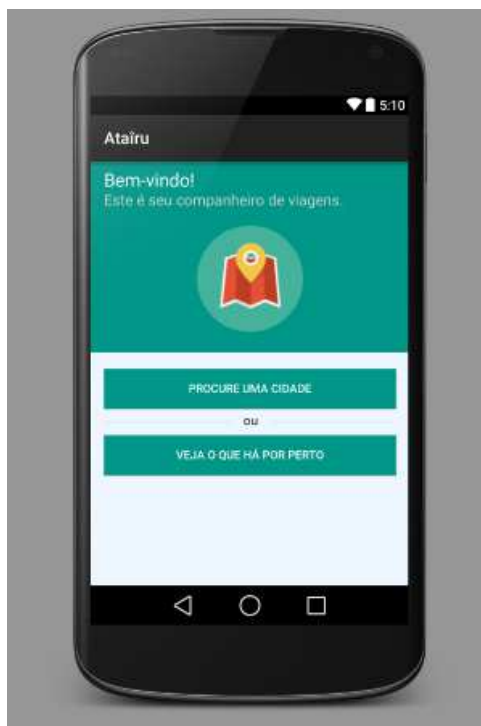
Para execução do cenário, pretende-se que o aplicativo Cliente Ataïru se comporte da seguinte maneira: ao ser executado pela primeira vez pelo usuário, o Ataïru solicita que o usuário se autentique com as credenciais do Facebook. Ao usuário digitar seu *login* e senha, o Ataïru se comunica através da internet com o serviço do Facebook que permite a aquisição de dados do usuário, os recupera e os salva tanto no Serviço, quanto no Cliente Ataïru.

Em seguida, ao usuário pesquisar pelo nome da cidade, através da opção disponível na tela principal (conforme ilustrado na Figura 45), o Cliente Ataïru, em segundo plano, recupera a informação sobre a localização do usuário através do dispositivo GPS, e então se comunica com o Serviço Ataïru para enviar informações como o tipo de solicitação do usuário, nome da cidade pesquisada, a identificação do usuário, as coordenadas geográficas da localização do usuário, data e hora local, entre outras informações.

Ao verificar que a informação sobre a cidade que o usuário pesquisou não existe ainda na base de conhecimento, o Serviço Ataïru realiza uma pesquisa na web considerando o perfil

e contexto do usuário. Após salvar na base de conhecimento, o Serviço Ataïru envia essas informações para o Cliente Ataïru e apresenta o resultado para o usuário. Ao detectar que a cidade pesquisada é diferente do local onde o usuário se encontra, o Ataïru dá a opção de planejamento de viagem ao usuário, através de um alerta na tela da cidade. Carlos clica nessa opção e o Ataïru então solicita algumas poucas informações, como por exemplo, quanto tempo Carlos passará na cidade, qual o período da viagem e se ele viajará sozinho ou com outras pessoas. Carlos digita as informações e confirma o planejamento da viagem turística.

Figura 45: Tela principal do Cliente Ataïru.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Cliente Ataïru então salva essas informações em seu banco de dados local e também as envia para o Serviço Ataïru para ser salva no Contexto atual de Carlos. Com essas informações, o Ataïru conseguiu filtrar os eventos que ocorreriam no período da viagem de Carlos. Ao pesquisar o conteúdo turístico sobre a cidade de Coari, Carlos selecionou a opção para marcar presença num evento importante da cidade, e o Ataïru salvou detalhes sobre essa ação de Carlos no banco de dados local e também enviou para o Serviço Ataïru. Desta forma, o modelo Ataïru conseguiu satisfazer os interesses de Carlos quanto ao planejamento de sua viagem turística à cidade de Coari - AM.

6.2 Avaliação de desempenho

Um dos principais focos dentro das avaliações aplicadas ao modelo Ataïru é a avaliação de desempenho, pois se entende ser esta uma questão primordial para dá subsídios à afirmação de que se é viável ou não a utilização do modelo no mundo real e a qual custo essa viabilidade poderá ser sustentada (no caso de ser viável), bem como a identificação de limitações do modelo e gargalos.

A importância desse tipo de avaliação neste trabalho se deve ao fato que no momento inicial de aplicação do modelo Ataíru a ontologia que armazena os conhecimentos turísticos está vazia, e a medida que as demandas dos turistas chegam ao serviço Ataíru, esta vai sendo populada de forma dinâmica, em tempo real, sem intervenção humana após a solicitação do cliente. Considerando que os conteúdos a serem armazenados na ontologia provêm de fontes de dados estruturados disponíveis na Web, de antemão é possível afirmar que haverá um determinado custo de processamento computacional e um custo de tempo para a realização das buscas de conteúdo turístico e também para categorização e armazenamento do conteúdo na ontologia.

Nesta subseção o foco será avaliar qual o custo de tempo para responder uma solicitação de conteúdo por parte do turista, tanto em relação ao processo como um todo, quanto especificamente no processo de busca na Web, seguido do processo de armazenamento, haja vista que um dos quesitos importantes dentro de um sistema, seja ele qual for, é a capacidade de prover respostas rápidas, além da qualidade do conteúdo apresentado, característica essa que será tratada na subseção 6.3.

A metodologia usada para avaliar o desempenho do modelo foi a criação e utilização de um *script* para simular um turista que necessita de informações sobre várias cidades. Este *script* baseou-se na própria estrutura de Web Service. Para isso foi criado um *service* específico dentro do serviço Ataíru para os testes, onde após receber a requisição, o *script* passa a executar comandos de busca de conteúdo na Web, comandos de categorização de conteúdo, e armazenamento na ontologia.

A estrutura de dados da Java chamada *Array* foi utilizada para criar uma lista com nomes de cidades previamente escolhidas. Seguindo *loops* de 10 execuções por cidade, a cada início (tempo $t1$) e término (tempo $t2$) de processo, o tempo foi sendo armazenado em um objeto Java criado somente para receber esses dados. Com a posse desses dados é possível subtrair o $t2 - t1$ e encontrar o tempo total de um processo e ao final traçar uma média de tempo de processamento de cada processo, bem como de forma geral.

Vale ressaltar nesse momento que as cidades escolhidas para os testes, que são do estado do Amazonas, foram cidades com não mais do que 90 mil habitantes, conforme mostrado na Tabela 3, pois o foco deste trabalho são cidades pequenas do ponto de vista do número de habitantes e cidades distantes de grandes centros turísticos, pois há situações de cidades pequenas, mas com grande fluxo de turistas, sendo assim contempladas pelos principais aplicativos turísticos.

Tabela 3: Cidades utilizadas nos testes de busca Web e população estimada.

Cidade	População estimada (IBGE, 2015)
Coari	83.078
Codajás	26.777
Anori	19.292
Maués	59.983
Anamá	12.320
Beruri	18.171
Tefé	62.444

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a aplicação das buscas, considerado as cidades escolhidas para a realização de testes, foram retornadas um determinado número de POIs, conforme apresentado na Tabela 4. Isso demonstra que o algoritmo de busca é capaz de retornar informações turísticas de cidades de pequeno porte, haja vista que as cidades pesquisadas possuem um número de habitantes entre 12.320 a 83.978.

Tabela 4: Quantidade de POIs retornados na busca Web por cidade.

Cidade	Pontos de Interesse
Coari	1284
Codajás	319
Anori	216
Maués	688
Anamã	110
Beruri	263
Tefé	1012

Fonte: Elaborado pelo autor.

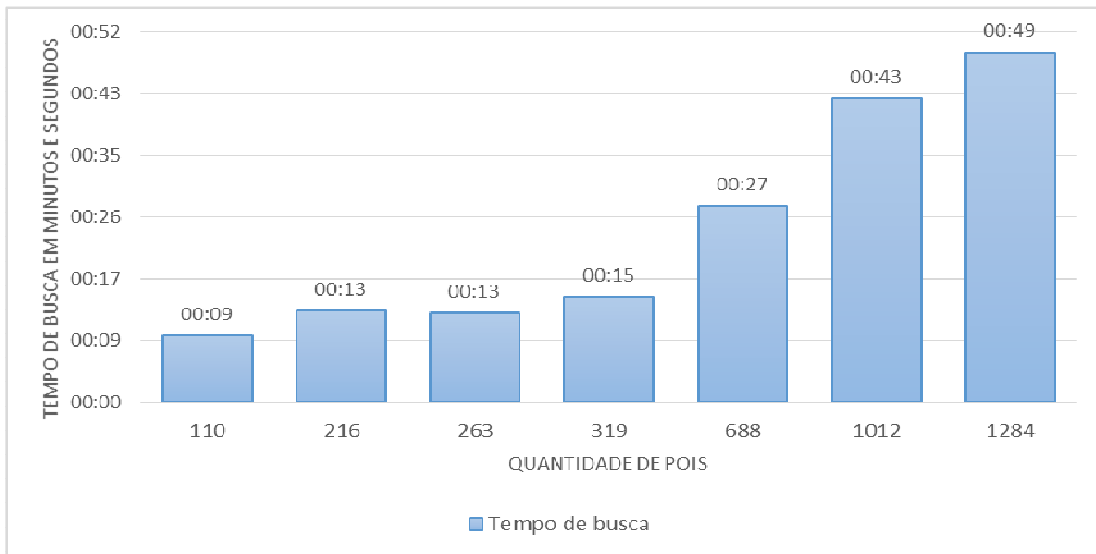
A Figura 46 apresenta um gráfico onde é possível obter um panorama do tempo que o modelo Ataïru leva para realizar buscas de conteúdo na Web de acordo com a quantidade de POIs encontrados. No eixo X estão os tempos em minutos e segundos, e no eixo Y estão as quantidades de POIs encontradas. Vale ressaltar que os valores provêm da média aritmética dos tempos de busca de cada quantidade de POIs divididos pela quantidade de buscas realizadas. Ou seja:

$$\text{Tempo médio de busca} = (t_1 + t_2 + t_3 \dots t_n) / q_n.$$

Onde t_1 , t_2 , t_3 , t_n são os tempo de busca (em segundos) e q_n é a quantidade de vezes que o processo de busca foi aplicado para um determinado número de POIs. Na Figura 46 em questão, nota-se que a velocidade de recuperação de POIs por segundo tende a ser menor quando a quantidade de POIs encontrados for baixa. No entanto, quando a quantidade de POIs encontrados é maior, a velocidade de recuperação de POIs aumenta. Tomando como exemplo o caso da primeira coluna onde foram necessários 09 segundos para recuperar 110 POIs encontrados, pode-se afirmar que a velocidade média de recuperação de POIs foi de 12,22 por segundo.

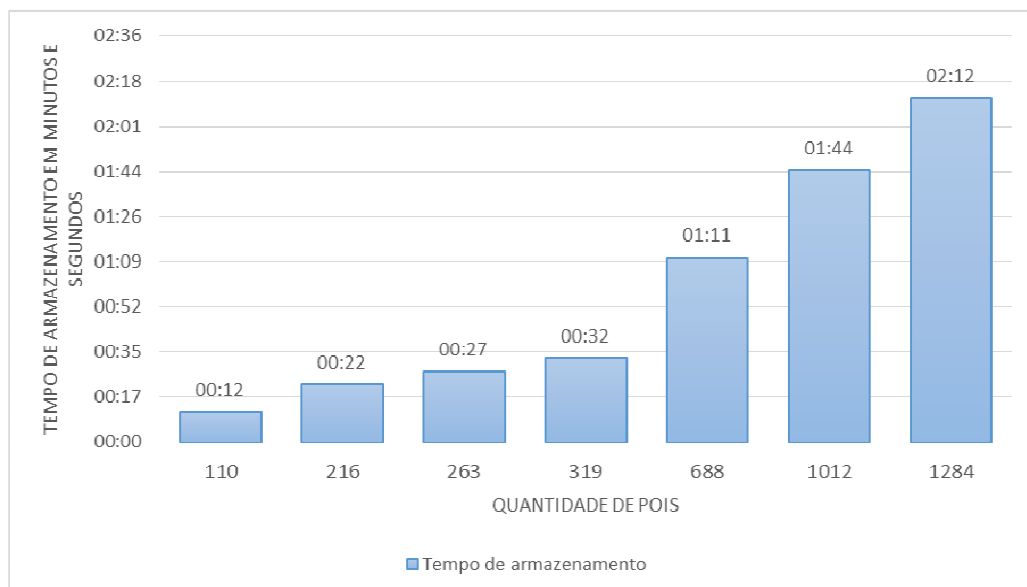
Ainda tendo como referência a Figura 46, no caso onde foram recuperados 1284 POIs, foram gastos 49 segundos no processo de busca, ou seja, uma velocidade de 26,20 POIs por segundo. Uma das hipóteses para esse fato é que dependendo da fonte de dados, é necessário seguir diferentes procedimentos para se obter os dados, como por exemplo a fonte Apontador, que requer autorização por meio de uma chave de acesso. Esse processo é requerido independentemente da quantidade de POIs encontrados. No caso da fonte DBpedia, podem ser necessárias de uma até 4 consultas ao seu *endpoint* Sparql para que sejam encontradas informações sobre uma cidade.

Portanto, é viável afirmar que uma parte do tempo gasto na busca de conteúdo é alocado para encontrar e obter permissão de acesso aos dados das fontes e que essa participação tende a ter maior influência sobre o tempo total de busca quando a quantidade de dados é pequena, e tende a ser menor quando a quantidade de POIs encontrados é maior.

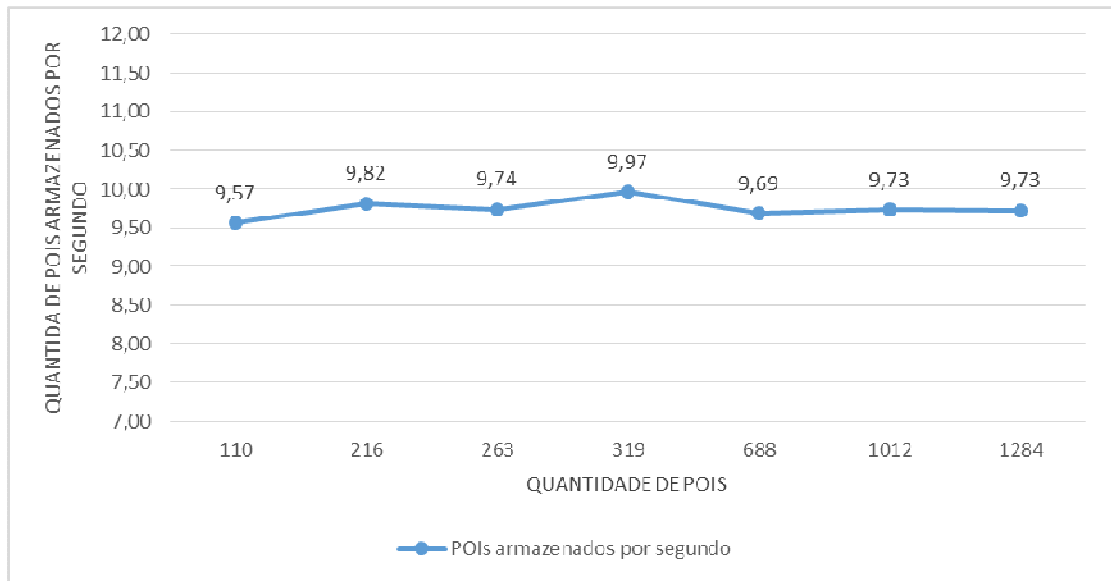
Figura 46: Tempo médio de busca na Web por quantidade de POIs.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação ao tempo necessário para categorizar os POIs recuperados da Web, verificar inconsistências e armazená-los na ontologia, a Figura 47 apresenta os resultados obtidos considerando as mesmas quantidades de POIs mostrados na Figura 46. Diferentemente tempo de busca de conteúdo, foi verificado que o tempo de armazenamento é influenciado principalmente pela quantidade de POIs a serem armazenados, ou seja, independentemente da quantidade de POIs, a velocidade de armazenamento se mantém dentro de uma faixa tempo. Por exemplo, para armazenar 110 POIs foram necessários em média 11,5 segundos (na Figura 47 o valor foi arredondado para 12 segundos). Dividindo 110 por 11,5 tem-se o resultado de 9,56 POIs por segundo. No caso de 1284 POIs, foram necessários 132 segundos, ou seja, uma velocidade de armazenamento de 9,73 POIs por segundo. A Figura 48 apresenta os resultados para as demais quantidades de POIs, onde observa-se que em média a velocidade de armazenamento é de 9,75 POIs por segundo.

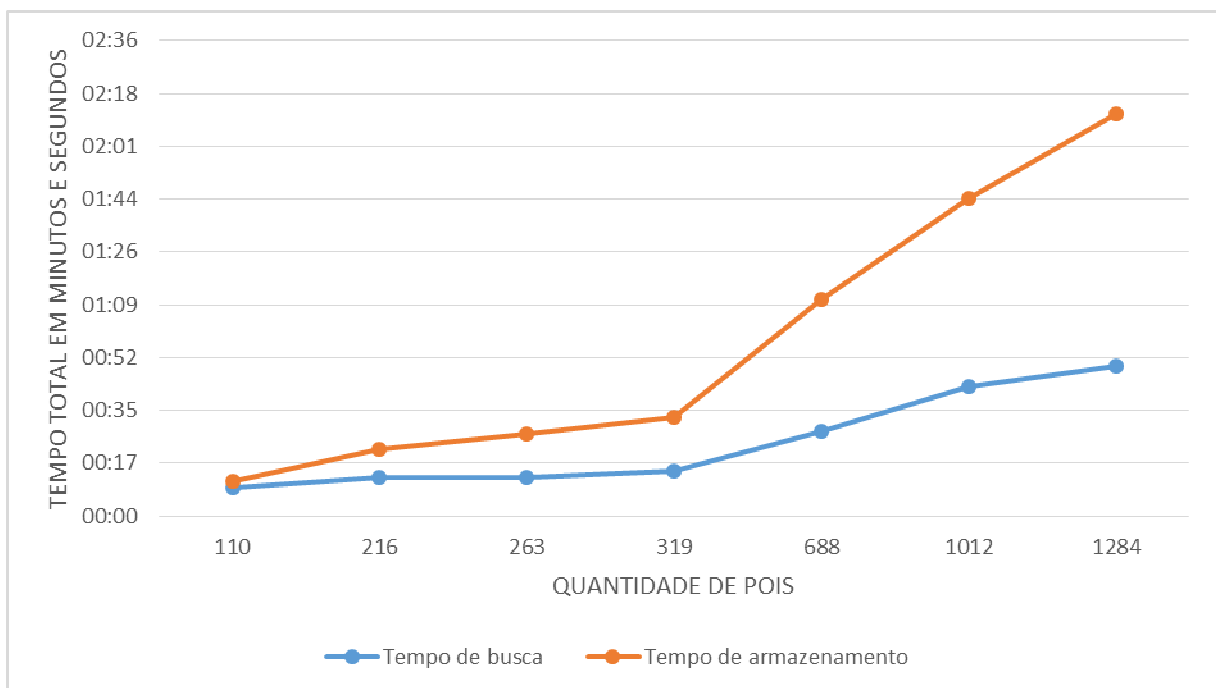
Figura 47: Tempo médio de armazenamento na ontologia por quantidade de POIs.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 48: Quantidade média de armazenamento de POIs por segundo na ontologia.

Fonte: Elaborado pelo autor.

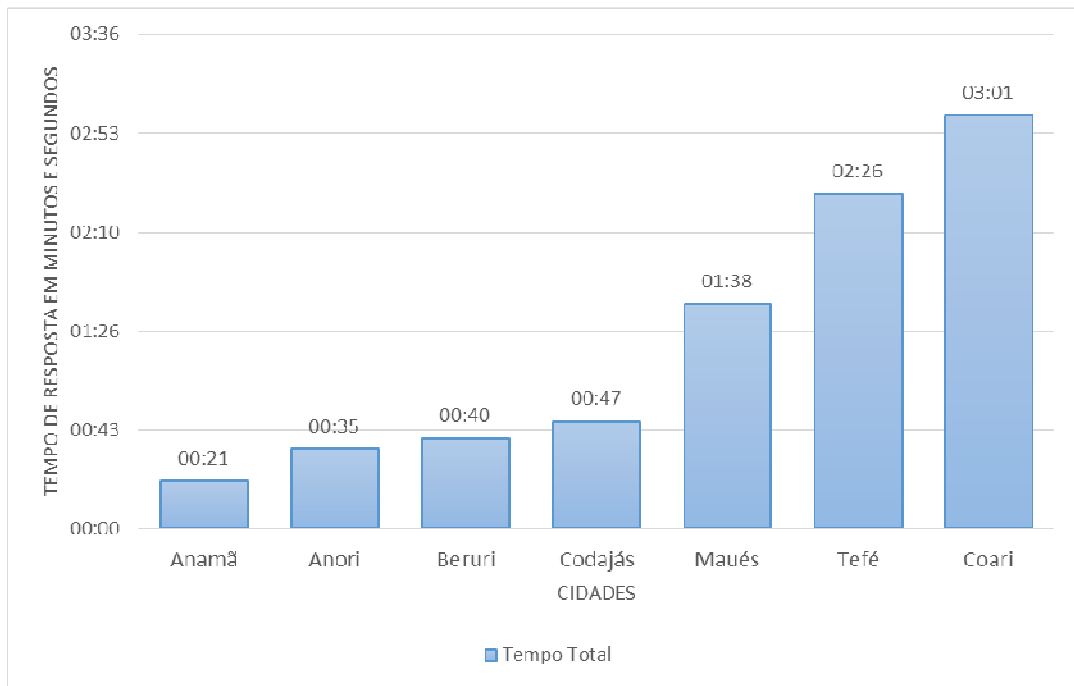
Comparando o tempo médio de busca de conteúdo na Web com o tempo médio de armazenamento na ontologia, a Figura 49 apresenta graficamente a confirmação de que o tempo de armazenamento é superior ao de busca em todos os casos, e a diferença tende a aumentar à medida que o número de POIs processados é maior, já que o tempo de busca tende a aumentar pouco com o maior número de POIs e o tempo de armazenamento se mantém quase que constante em todos os casos.

Figura 49: Tempo médio de busca e armazenamento na ontologia por quantidade de POIs.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 50 apresenta os resultados obtidos nos testes com as cidades escolhidas para este fim, sendo que o objetivo é mostrar quanto tempo, em média, o modelo Ataïru levou para responder a uma requisição de conteúdo que ainda não existe na ontologia. Os resultados mostram que as cidades com maior número populacional possuíam maior número de POIs, e consequentemente mais tempo foi necessário para completar os processos de busca e armazenamento de conteúdo.

Figura 50: Tempo total de resposta a requisição por cidade.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com posse dos resultados desta avaliação é possível afirmar que, de um modo geral, o modelo Ataïru é viável do ponto de vista do desempenho computacional, principalmente se aplicado a busca de conteúdo turístico de cidades consideradas pequenas, as quais são alvo deste trabalho. Ou seja, para os objetivos deste trabalho o modelo é viável. É notório que quanto menor a cidade em número de habitantes e número de POIs encontrados, melhores são os resultados. Por isso, parece conveniente sugerir que o limite de aplicação do modelo Ataïru seja em cidades com não mais que 60 mil habitantes ou com até 1.000 POIs, onde o tempo de resposta pode ser considerado médio.

Em cidades com mais habitantes/POIs, o modelo também é viável, porém sugere-se que um forte trabalho de comunicação com o usuário/turista seja estudado e aplicado, como por exemplo, deixar claro que o modelo é mais eficiente em cidades pequenas, mantê-lo informado sobre a demora que acontece nos casos de mais que 1.000 POIs encontrados, sugerir que se faça a busca dos dados antes de realizar a viagem turística e que se salve esses dados no seu dispositivo móvel, minimizando assim o impactos negativos que uma busca demorada possa ocasionar na experiência turística.

6.3 Avaliação de Usabilidade

Além da avaliação do aspecto de desempenho computacional do modelo Ataïru, foi aplicada também uma avaliação de usabilidade e percepção de utilidade do conteúdo apresentado do ponto de vista do turista, que é o usuário final do Ataïru.

Esse tipo de avaliação qualitativa se fez necessário devido o entendimento de que não basta o sistema ter um bom desempenho computacional na busca de conteúdo turístico na Web, se este não for consistente, verdadeiro e relevante para o turista, de pouco proveito será a arquitetura proposta. Como visto anteriormente, mesmo em cidades pequenas uma boa quantidade de POIs são recuperados, mas é preciso saber qual a percepção que os turistas tem dessas informações, se é útil ou não, se a arquitetura proposta facilita ou não a experiência turística.

Para alcançar esse objetivo foi escolhida a metodologia Modelo de Aceitação de Tecnologia – TAM, proposta por Davis (1986) e estendida por diversos autores desde então, se tornou bastante popular no campo da aceitação de tecnologia (GRANIC; MARANGUNIC, 2014). Utilizada em trabalhos como (COSTA, 2013), (COSTA et al., 2014) e (ABECH, 2014), essa metodologia propõe medir o nível de confiança de um usuário ao utilizar uma nova tecnologia através de duas variáveis: *perceived ease of use* (percepção de facilidade de uso) e *perceived usefulness* (percepção de utilidade). Em complemento foi usada a escala de Likert (LIKERT, 1932), que é uma escala relacionada à psicologia social (CUNHA, 2007) muito utilizada em pesquisas de opinião.

Um grupo de dez usuários foi selecionado para utilizar o aplicativo móvel cliente e posteriormente responder a um pequeno questionário sobre o uso do aplicativo. Mais precisamente, três grupos de questões foram definidos: (1º) Facilidade de uso; (2º) Percepção de utilidade do aplicativo e (3º) Percepção de utilidade das informações apresentadas. Para cada grupo de questões foram elaboradas 4 questões e uma pontuação foi atribuída a cada questão variando 1 a 5, sendo 5 pontos para Concordo Totalmente e 1 para Discordo Totalmente, considerando a escala de Likert.

Entre os participantes da pesquisa, 60% eram do sexo masculino e 40% do feminino. Eram relação a faixa etária, 10% tinham de 16 a 20 anos, 30% de 21 a 25 anos, 40% de 26 a 30 anos e 20% de 31 a 35 anos. Também foram coletadas informações sobre a escolaridade dos participantes, entre eles, 10% tinham ensino médio incompleto, 10% com ensino médio completo, 30% com ensino superior incompleto, 20% com pós-graduação incompleta e 30% com pós-graduação completa. Ainda foi verificado o nível de familiaridade dos participantes com *smartphones*, e verificou-se que 100% utilizam frequentemente.

Para que os usuários pudessem ter base para responder com confiança o questionário, inicialmente o aplicativo Ataïru foi apresentado a todos os participantes, e em seguida foi solicitado que realizassem algumas tarefas utilizando o aplicativo, como visto a seguir:

- Cadastrar-se no aplicativo com seus dados pessoais;
- Pesquisar os pontos turísticos de uma cidade;
- Listar os pontos turísticos de uma categoria;
- Acessar os dados de um ponto turístico;
- Salvar os pontos turísticos da cidade no dispositivo móvel em uso;

Como forma de avaliar os resultados da aplicação do questionário, foram elaboradas tabelas onde a primeira coluna apresenta a questão aplicada, e as demais 5 colunas mostram

os resultados de cada item da escala Likert, tanto a soma da quantidade de respostas e valor percentual de cada item.

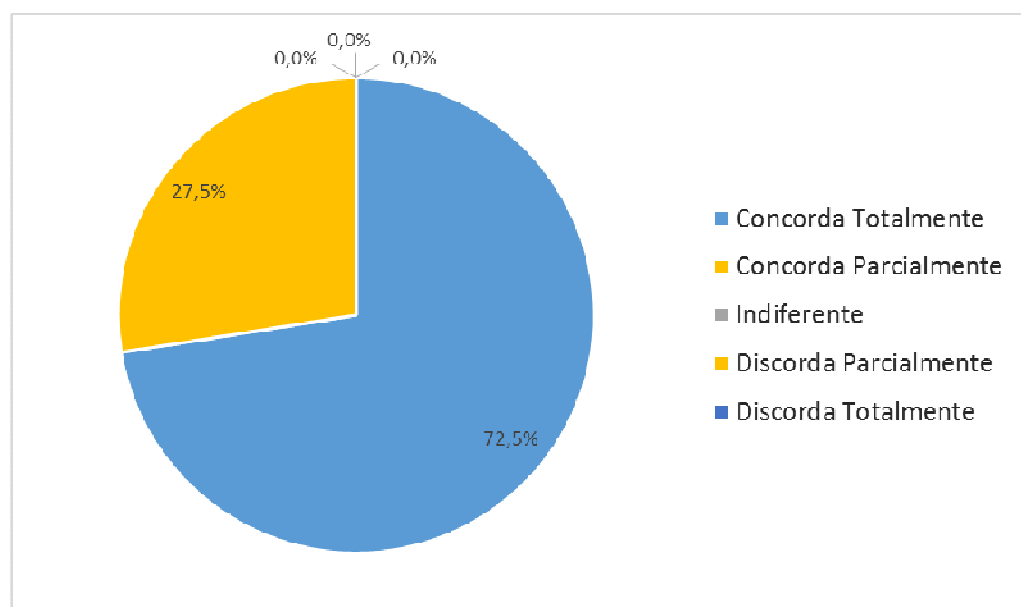
Tabela 5: Resultado da avaliação sobre a facilidade de uso.

Questão	Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Indiferente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente
As funções são facilmente encontradas.	8 (80%)	2 (20%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Poucos toques são necessários para completar uma tarefa.	8 (80%)	2 (20%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Levo pouco tempo para completar uma tarefa.	7 (70%)	3 (30%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Consigo entender os menus rapidamente.	6 (60%)	4 (40%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos em relação à facilidade de uso do aplicativo cliente, e a Figura 51 mostra graficamente esses resultados. Com isso é possível observar que em média 72,5% dos participantes concordam totalmente que o aplicativo cliente Atáiru é fácil de usar e 27,5% concordam parcialmente. Nenhum deles mostrou qualquer nível de discordância ou indiferença quanto a essa afirmação. É possível notar também que o item onde obteve melhor aprovação foi a respeito da facilidade de encontrar as funções e quanto número de toques na tela necessários para completar uma tarefa, com 80% de participantes que concordam totalmente e 20% que concordam parcialmente. O item com menor aprovação foi sobre a facilidade de entender os *menus*, com 60% de concordância total e 40% parcial.

Figura 51: Resultado da avaliação sobre a facilidade de uso.



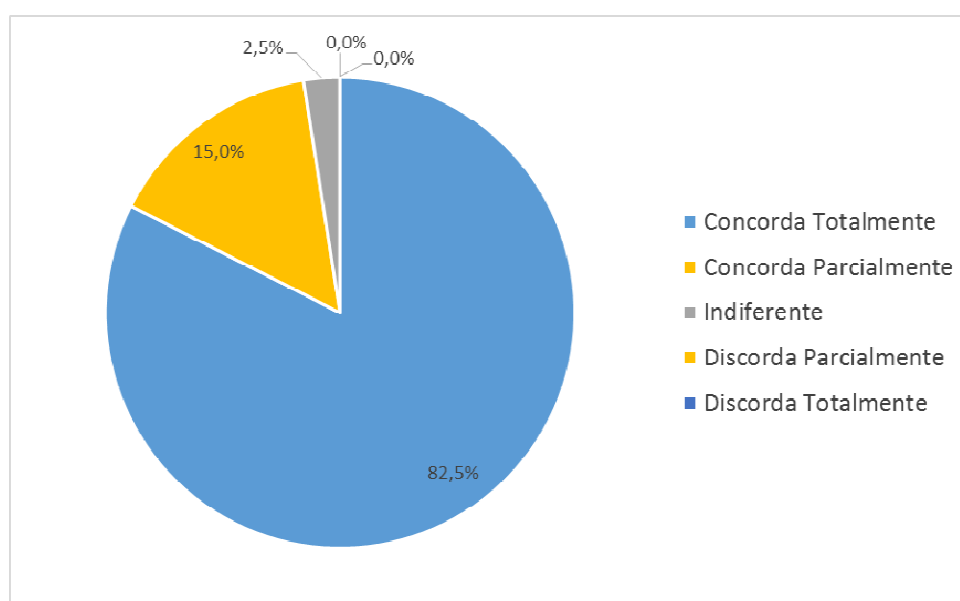
Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6: Resultado da avaliação de percepção de utilidade do aplicativo.

Questão	Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Indiferente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente
As opções oferecidas pelo aplicativo são úteis.	9 (90%)	1 (10%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Acho útil que o aplicativo use meu contexto, como localização e perfil, para aprimorar os resultados.	9 (90%)	1 (10%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
O aplicativo cumpre o que promete.	6 (60%)	3 (30%)	1 (10%)	0 (0%)	0 (0%)
Teria o aplicativo em meu dispositivo móvel.	9 (90%)	1 (10%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 6 são apresentados os resultados da avaliação de percepção de utilidade do aplicativo cliente Ataïru. Essa avaliação foi concebida para obter a percepção do turista quanto a fatores que o levariam a escolher usar o aplicativo Ataïru no mundo real. A apresentação gráfica dos resultados pode ser observada na Figura 52, onde é possível observar que 82,5% dos participantes concordam totalmente que o aplicativo Ataïru é útil, 15% concordam parcialmente e 2,5% se mostrou indiferente. Nenhum deles mostrou qualquer nível de discordância. Os itens que obtiveram melhores resultados foram sobre a utilidade das opções oferecidas, utilidade do uso do contexto do turista para aprimorar os resultados e em relação a se o participante teria o aplicativo em seu smartphone, alcançando 90% de concordância total e 10% de concordância parcial. O item com menor aprovação foi sobre se o aplicativo cumpre o que promete, alcançando 60% de concordância total, 30% de concordância parcial e 10% de indiferença, ou seja, ainda assim são 90% dos participantes que concordam de alguma forma que o aplicativo cumpre o que promete.

Figura 52: Resultado da avaliação de percepção de utilidade do aplicativo.

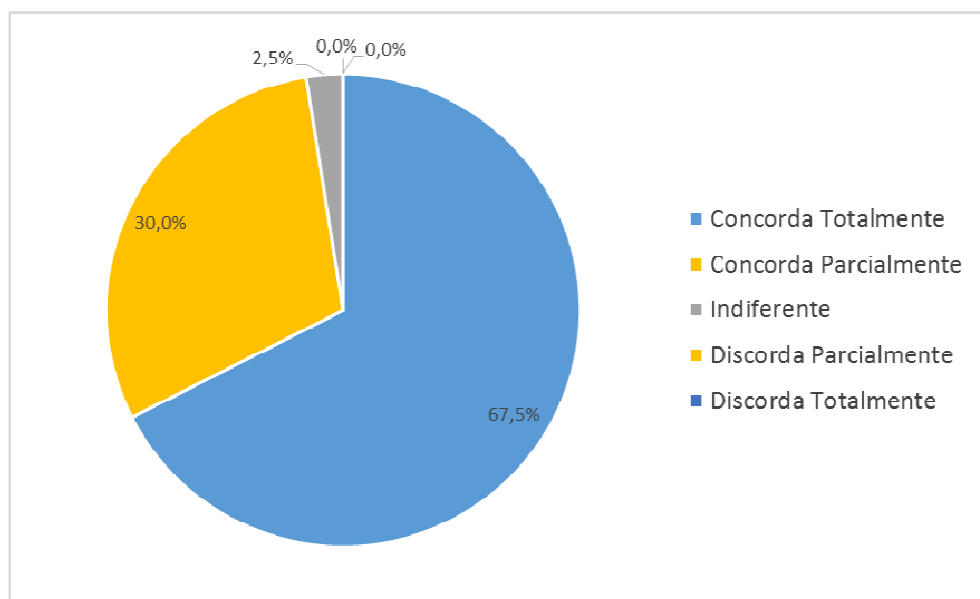
Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 7: Resultado da avaliação de percepção de utilidade das informações apresentadas.

Questão	Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Indiferente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente
As informações apresentadas são úteis.	8 (80%)	2 (20%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
As informações apresentadas são consistentes.	4 (40%)	5 (50%)	1 (10%)	0 (0%)	0 (0%)
As informações apresentadas são relevantes.	7 (70%)	3 (30%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
A quantidade de resultados é satisfatória.	8 (80%)	2 (20%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, na Tabela 7 são apresentados os resultados referentes a avaliação de utilidade das informações apresentadas como um todo, ou seja, avaliou-se se a qualidade do conteúdo turístico apresentado. A Figura 53 mostra que, em média, 67,5% dos participantes concordam totalmente que as informações apresentadas são úteis, 30% concordam parcialmente e 2,5% se mostraram indiferentes quanto a esta questão. Nenhum deles mostrou qualquer nível de discordância. Os itens com melhores resultados foram sobre se as informações apresentadas são úteis e se a quantidade de informações apresentadas é satisfatória, com 80% de concordância total e 20% de concordância parcial. O item com menor aprovação foi sobre se as informações apresentadas são consistentes, que alcançou 40% de concordância total e 50% de concordância parcial.

Figura 53: Resultado da avaliação de percepção de utilidade das informações apresentadas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Entre as três avaliações de usabilidade realizadas, a que obteve melhores resultados, considerando apenas as concordâncias totais, foi a avaliação de percepção de utilidade do

aplicativo Ataïru, com média de 82,5% de concordância total entre os participantes da pesquisa. Em seguida está a avaliação da facilidade de uso do aplicativo Ataïru, com 72,5% de concordância total e, por fim, está a avaliação da percepção de utilidade das informações apresentadas, com 67,5%. No entanto, se forem considerados todos os níveis de concordância, indiferença e discordância, a avaliação de facilidade de uso obteve melhores resultados, com 100% de concordância (total e parcial), seguida da avaliação de percepção de utilidade do aplicativo e da avaliação da percepção de utilidade das informações apresentadas, como 97,5% de concordância e 2,5% de indiferença cada.

Portanto, os resultados mostraram que entre os participantes da pesquisa a grande maioria se mostraram satisfeitos com o modelo Ataïru, concordando que o mesmo é útil em relação às opções que o aplicativo oferece ao turista e quanto à facilidade de utilizá-lo. Porém, as respostas dos participantes indicaram que a qualidade dos conteúdos apresentados precisa ser melhorada, mesmo que um bom nível de concordância quanto a essa qualidade tenha sido alcançado.

6.4 Considerações sobre as avaliações

Através da implementação e avaliação do modelo Ataïru, foi possível identificar diversas características, particularidades, comportamentos, pontos positivos, limitações e gargalos. Considerando essas informações, pode-se citar algumas dessas características.

Em relação aos pontos positivos identificados:

- O modelo Ataïru consegue encontrar informações sobre POIs de qualquer cidade pesquisada, inclusive de cidades consideradas pequenas;
- Com a utilização de diferentes fontes de dados, o modelo consegue encontrar pontos turísticos não somente urbanos, mas também de fora da cidade, na zona rural, pontos distantes da concentração de pessoas;
- O número de POIs encontrados foi considerado bastante satisfatório mesmo em cidades consideradas pequenas;
- A arquitetura do cliente Ataïru consegue satisfazer o turista em termos de facilidade de uso e utilidade no mundo real;
- A busca dinâmica na Web garante que não haja a necessidade de cadastramento manual dos POIs, reduzindo o número de pessoal necessário para administração do sistema;
- A arquitetura do Serviço Ataïru permite que os serviços sejam consumidos de diferentes plataformas, além da possibilidade de permitir que sejam consumidos por aplicações de terceiros;
- Por encontrar informações turísticas de qualquer cidade pesquisada, a chance de frustração do turista ao não encontrar o que procura, é menor;

Também foram identificadas algumas limitações do Ataïru, que podem servir de base para o melhoramento do modelo, além de dar subsídios para responder a questão de pesquisa formulada. Algumas delas estão relacionadas a seguir:

- Exige grande capacidade de processamento, principalmente no momento da gravação dos dados;
- Exige boa velocidade de conexão com a internet quando o volume de dados é grande;
- Tempo razoavelmente longo na busca quando uma cidade possui um grande número de POIs, como por exemplo, mais de 1.000 POIs. Quanto mais POIs, mais tempo;
- Longo tempo para armazenar os dados retornados da Web na ontologia, principalmente quando a quantidade é grande, devido o volume de informações que precisam ser verificadas e categorizadas sobre cada Poi encontrado;
- Limitações impostas pelas fontes de dados em relação à quantidade de requisições por períodos de tempo, à quantidade de POIs retornados por requisição, burocracia quanto a permissão para acesso aos dados.
- Devido as fontes de conteúdo turístico sejam externas, nem sempre se pode garantir todos os POIs encontrados estejam completos, no sentido de possuir todos os dados possíveis cadastrados nas fontes;
- Difícil identificação de inconsistências nos dados de POIs recuperados nas fontes, o que pode influenciar na percepção de utilidade das informações apresentadas;

Após identificadas as limitações e gargalos do modelo, sugere-se a adoção de algumas prováveis soluções, como por exemplo:

- Amenizar o tempo de espera decorrente do tempo gasto na busca de dados na Web através de uma boa estratégia de controle de falhas e de comunicação com o turista, deixando-o sempre informado da situação, fornecendo *feedbacks* claros, objetivos e realistas;
- Implementar algoritmos de processamento assíncronos tanto na busca de conteúdo na Web, quanto no armazenamento de dados na ontologia. Este último mostrou ser o principal gargalo do modelo;
- Utilização de um *cluster* para potencializar as tarefas que exigem mais processamento;
- Agregar outras fontes de dados turísticos, expandindo a quantidade e diversidade de tipos de POIs recuperados, explorando cada vez mais locais existentes nas cidades.

7 CONCLUSÃO

Seja qual for o motivo, duração e destino do turismo, sempre existe a oportunidade de auxiliar o turista a encontrar aquilo que ele precisa. Baseado nessa premissa, todos os esforços envolvidos neste trabalho focaram no objetivo de colocar na prática o próprio significado da palavra que nomeia o modelo Ataîru, que é ser um “companheiro de viagem”.

Para isso foi realizado um estudo amplo sobre o crescimento do turismo nas últimas décadas em decorrência de diversos fatores, entre eles a evolução das tecnologias da informação e comunicação, que permitiram a expansão do conhecimento turístico a praticamente todos os lugares, alcançando um número de turistas em potencial cada vez maior. Foi observado também que essa evolução mudou drasticamente a maneira como as pessoas fazem turismo, desde o momento do planejamento até o pós turismo.

Um exemplo de consequência dessa união bem sucedida entre tecnologias da informação e comunicação e o turismo, é que a quantidade de conteúdo sobre locais turísticos disponíveis na Web aumentou consideravelmente, fazendo-se necessário haver formas para dar significado, acessar e distinguir esse conteúdo dentre tantos outros. Nesse contexto, conforme apresentado neste trabalho, a Web Semântica, juntamente com tecnologias como XML, RDF, OWL, SPARQL, entre outras, vem para dar suporte ao vencimento desses desafios.

A pesquisa mostrou também que a aplicação das diretrizes da computação ubíqua dentro do turismo móvel deu origem ao turismo ubíquo, e em decorrência disso, novos desafios surgiram, como por exemplo a personalização do conteúdo apresentado aos turistas, considerando que uma das principais características do turismo é a mobilidade humana, que faz com os ambientes se modifiquem constantemente.

Neste novo cenário do turismo, surgiram então diversas ferramentas tecnológicas acadêmicas e comerciais beneficiando-se dos fatores citados anteriormente, com o objetivo de auxiliar os turistas em seus itinerários. Aplicações como o Ubitour (COSTA, 2013), o TourExp (BUJÁN et al., 2013), o TKGS (DAVARI et al., 2012) e o trabalho de Ozdikiş; Orhan; Danismaz (2011) trouxeram boas características ao domínio do turismo, como por exemplo, a utilização da localização geográfica, perfil e histórico do turista para personalização do conteúdo. No campo comercial, aplicações com o Triposo (TRIPOSO, 2014), o TripAdvisor (TRIPADVISOR, 2014), TouristEye (TOURISTEYE, 2014) e o GuiaMais Turismo (GUIAMAIS, 2014) também apresentam características úteis ao turista.

No entanto, a pesquisa mostrou que tanto as ferramentas acadêmicas quanto as comerciais esbarram em dificuldades que não permitem que os turistas sejam auxiliados de maneira plena, como por exemplo, um turista que precisa de informações sobre cidades pequenas e sem atrativos turísticos em evidência. Nesse caso, a maioria dessas ferramentas ou não dispõe dessas informações ou elas são escassas.

Para tentar suprir essa lacuna, tendo como referência as tecnologias analisadas juntamente com os desafios do turismo apresentados neste trabalho, foi formulada uma questão pesquisa que indagava sobre como deveria ser um modelo ubíquo focado no turismo que construísse guias turísticos, baseado em busca dinâmica de conteúdo na Web e na Ciência de Contexto, sobre qualquer cidade pesquisada. E para responder a questão foi desenvolvido o Ataîru, que é um modelo de sistema ubíquo focado no turismo onde a principal função é construir guias turísticos, bem como a definição de rotas, através da busca de informações turísticas em fontes de dados abertas e estruturadas na Web, e apresentar essas informações

através da agregação de diferentes tipos de contextos, coletados no módulo Cliente e no Serviço.

Essa busca de conteúdo turístico na Web se mostrou claramente possível, haja vista que atualmente existem diversas fontes que concedem acesso aos seus dados. Dentre essas fontes, três foram utilizadas neste trabalho: DBpedia, GeoNames e Apontador. Por meio dessas fontes foi possível encontrar informações sobre todas as cidades usadas nos testes e avaliações. Quanto a detecção do contexto do turista, foram utilizados as informações do perfil do turista obtidos das redes sociais e através de entradas do próprio turista no uso da aplicação cliente, além da localização obtida através do GPS que atualmente está disponível na grande maioria dos dispositivos móveis.

Com o desenvolvimento do modelo Ataïru foi possível elaborar uma tabela com o intuito de compará-lo aos trabalhos relacionados que foram selecionados. Na última coluna da Tabela 8 foram adicionadas as características do modelo Ataïru e pode-se perceber nenhum outro trabalho relacionado possui suporte a busca de conteúdo na Web e seu posterior armazenamento, aliado à utilização de diferentes tipos de contextos objetivando a personalização do conteúdo apresentado.

Tabela 8: Comparação do Ataïru com os trabalhos relacionados.

Características	Ubitour	TourExp	TKGS	(OZDIKIS; ORHAN; DANISMAZ, 2011)	Ataïru
Contextos empregados	Localização, perfil, histórico	Localização, perfil e histórico	Localização, perfil, histórico, sensores e condição fisiológica.	Localização	Localização, perfil, histórico, condições climáticas.
Deteção de perfil	Automático e manual	Automático e manual	Automático e Manual	Não considera	Automática e manual
Uso de ontologias	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Necessidade de conexão	Não	Sim	Sim	Sim	Não
Fonte de dados	Interna e externa	Interna e externa	Interna e externa	Interna e externa	Externa
Forma de inserção de dados turísticos	Manual	Manual	Manual	Manual e automática	Automática
Fases do turismo	Planejamento, turismo e lembrança	Turismo	Planejamento, turismo e lembrança	Turismo	Planejamento, turismo e lembrança
Permite adições de POIs	Sim	Não	Sim	Não	Não
Integração com redes sociais	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Suporte a rotas	Sim	Não	Sim	Não	Sim
Tipo de Guia	UTG	UTG	UTG	MTG	UTG
Escopo	Geral	Geral	Geral	Geral	Geral

Fonte: Adaptado de Costa (2013).

Para implementar o modelo Ataïru, iniciando pelo módulo Serviço, foram desenvolvidos Web Services para realizar todos os processamentos, recebimento de requisições, e provimento de respostas. Além disso foram utilizadas diversas ferramentas, linguagens e tecnologias, como por exemplo a plataforma Java, IDE Netbeans, Web Services Restful, Apache Jena, Apache Tomcat, Jersey, SGBD PostgreSql e Sparql. Quanto ao módulo Cliente, foi desenvolvido um aplicativo para dispositivos móveis chamado Ataïru, utilizando a plataforma Android, IDE Android Studio, Biblioteca Retrofit e Gson, banco de dados

SQLite, entre outros. Para realização de experimentos sobre o Cliente Ataïru foram utilizados dois dispositivos móveis, um *smartphone* e um *tablet*, e para o Serviço, foi utilizada a infraestrutura de nuvem computacional da Amazon.

Três tipos de avaliações foram conduzidas sobre Cliente e Serviço Ataïru, a primeira foi a avaliação por cenários, a segunda foi avaliação de desempenho e a terceira, avaliação de usabilidade.

Na avaliação por cenários foi elaborado uma ilustração de situação real onde o modelo pode ser útil. O cenário apresentou a fase de planejamento de uma viagem turística à cidade de Coari, uma cidade pequena do interior do estado do Amazonas.

Na avaliação de desempenho foi constatado o tempo necessário para o Serviço Ataïru responder a uma requisição de conteúdo, e especificamente o tempo necessário para a busca, categorização e armazenamento dos dados na ontologia. Verificou que o tempo de busca é menor que o de armazenamento. De posse dos resultados obtidos foi possível afirmar que o modelo Ataïru é viável do ponto de vista do desempenho, principalmente no caso da aplicação da busca de conteúdo de cidades consideradas pequenas, e no caso de cidades com muitos POIs encontrados, o modelo também foi considerado viável, desde que estratégias sejam adotadas no sentido de minimizar o tempo de espera necessário para completar os processos de busca e armazenamento de conteúdo da Web.

Na avaliação de usabilidade, utilizando a metodologia TAM em conjunto com a escala Likert, foram convidados dez voluntários de diferentes faixas etárias e escolaridade para utilizar o protótipo do aplicativo móvel. Em seguida responderam um questionário a respeito de suas experiências na utilização do protótipo. A partir dos resultados obtidos, observou-se que 72,5% dos participantes concordaram totalmente que o aplicativo é fácil de usar e 27,5% concordaram parcialmente. 82,5% concordaram totalmente que o aplicativo Ataïru é útil, 15% concordaram parcialmente e 2,5% se mostraram indiferentes. Quanto a percepção de utilidade das informações apresentadas, 67,5% concordaram totalmente, 30% concordaram parcialmente e 2,5% afirmaram indiferença. Isso mostra que a arquitetura proposta alcança aprovação do turista, tanto que 90% dos participantes concordaram totalmente em ter o aplicativo em seus *smartphones* e 10% concordaram parcialmente.

A principal contribuição científica do modelo Ataïru é o desenvolvimento de uma arquitetura de sistema para o turismo ubíquo que constrói guias a partir de busca de conteúdo turístico em bases de dados estruturadas disponíveis na Web e do contexto do turista, provendo respostas personalizadas sobre qualquer cidade pesquisada. Além disso, a utilização de ontologia para armazenar o conteúdo turístico e dados do perfil do turista, permite que sejam feitas inferências para deduzir conhecimentos e assim encontrar aquilo que realmente o turista precisa.

Além da contribuição científica, o modelo Ataïru também contribui socialmente, pois o fato de ser um modelo de escopo geral, capaz de encontrar informações sobre qualquer cidade pesquisada, um grande número de pessoas e entidades pode ser beneficiado além dos próprios turistas, como por exemplo, fornecedores e gerentes de locais e atrações turísticas, gestores públicos, proprietários de estabelecimentos comerciais, etc.

7.1 Trabalhos Futuros

Considerando que a arquitetura do modelo Ataïru foi definida de modo que possa agregar novos módulos de acordo a necessidade, uma opção para trabalhos futuros seria implementar um novo módulo dentro do serviço Ataïru, sem interferir nos módulos já implementados. Esse novo módulo seria responsável por ter comportamento mais proativo, se aproximando do termo “automático”, para realizar buscas na web mesmo sem a solicitação do usuário.

Juntamente com a busca de conteúdo na Web, seria função também deste módulo a análise dos conteúdos retornados, comparando os conteúdos em busca de POIs duplicados ou inconsistentes, categorizando, salvando esses conteúdos na base de conhecimento do Ataïru, atualizando os conteúdos existentes, entre outras atividades.

Com a implementação deste módulo adicional, no momento em que houver uma requisição de conteúdo, a possibilidade de o mesmo já existir na ontologia é maior, e caso se confirme sua existência, é eliminada assim a necessidade de execução da busca de conteúdo na Web. Portanto, isso representaria um ganho de tempo considerável para que respostas fossem enviadas ao cliente Ataïru, otimizando o desempenho computacional do modelo como um todo, além de melhorar a experiência do turista.

7.2 Artigos Publicados

Confirmando a importância da contribuição científica apresentada neste trabalho, um artigo intitulado *A Proposal of Dynamic Content Search in a Ubiquitous Tourist Guide* (SOUZA et al., 2015) foi aprovado e publicado no evento 21th Brazilian Symposium On Multimedia And The Web, edição 2015, que é classificado pelo Capes com o Qualis B3.

REFERÊNCIAS

- ABECH, M. E. **Eduadapt: Um Modelo De Adaptação De Objetos De Aprendizagem Com Foco Em Dispositivos Móveis**. [s.l.] Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2014.
- ACM. **ACM Digital Library**. Disponível em: <<http://dl.acm.org/>>. Acesso em: 23 jan. 2015.
- ALEGRE, G. P. **Dicionário Tupi Guarani**. Disponível em: <http://www.guiadepousoalegre.com.br/dicionario_tupi_guarani_a.html>. Acesso em: 16 maio. 2015.
- ALHINDI, A. et al. Profile-Based Summarisation for Web Site Navigation. **ACM Trans. Inf. Syst.**, v. 33, n. 1, p. 4:1–4:39, 2015.
- AMAZON. **Amazon AWS**. Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/>>. Acesso em: 14 jan. 2016.
- ANDROID. **Android Studio Overview**. Disponível em: <<http://developer.android.com/tools/studio/index.html>>. Acesso em: 27 maio. 2015.
- APACHE. **Apache Jena**. Disponível em: <<http://jena.apache.org/>>. Acesso em: 15 abr. 2015a.
- APACHE. **Apache Tomcat**. Disponível em: <tomcat.apache.org>. Acesso em: 24 maio. 2015b.
- APONTADOR. **Apontador API**. Disponível em: <<https://api.apontador.com.br/v2/docs/>>. Acesso em: 11 jul. 2015.
- ARUANDA, P. DE. **Dicionário de Tupi - Guarani**. Disponível em: <<http://www.povodearuanda.com.br/?p=1111>>. Acesso em: 16 maio. 2015.
- BARBOSA, L. G. M. **Índice de competitividade do turismo nacional: destinos indutores do desenvolvimento turístico regional : relatório Brasil 2014**. Brasília - DF: SEBRAE, 2014.
- BATTISTELLA, P. E.; WANGENHEIM, C. G. VON; FERNANDES, J. M. Como jogos educacionais são desenvolvidos? Uma revisão sistemática da literatura. **XXXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação**, p. 1413–1422, 2014.
- BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O. **The Semantic Web** *Scientific American*, 2001.
- BIANCALANA, C. et al. An Approach to Social Recommendation for Context-aware Mobile Services. **ACM Trans. Intell. Syst. Technol.**, v. 4, n. 1, p. 10:1–10:31, 2013.
- BRASIL, W. **Manual dos dados abertos : desenvolvedores / [cooperação técnica científica entre Laboratório Brasileiro de Cultura Digital e o Núcleo de Informação e**

Coordenação do Ponto BR (NIC.br)]. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2011.

BUJÁN, D. et al. Context management platform for tourism applications. **Sensors (Basel, Switzerland)**, v. 13, p. 8060–8078, 2013.

CARLOMAGNO, A. L. et al. **jRDFa: Browsing and Visualization of Linked Data on the Web** Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web. **Anais...: WebMedia '13.** New York, NY, USA: ACM, 2013 Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2526188.2526194>>

CARMONA, V. C.; COSTA, B. K.; RIBEIRO, H. C. M. Competitividade e turismo: estudo da produção científica internacional. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, v. 8, n. 2, p. 201–221, 2014.

CARVALHO, A.; CUNHA, C. R.; MORAIS, E. P. A framework to support the tourist's information-needs Based on a ubiquitous approach. p. 2470–2479, 2010.

CHUANG, T.-R. et al. **The One and Many Maps: Participatory and Temporal Diversities in OpenStreetMap** Proceedings of the Second ACM SIGSPATIAL International Workshop on Crowdsourced and Volunteered Geographic Information. **Anais...: GEOCROWD '13.** New York, NY, USA: ACM, 2013 Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2534732.2534737>>

COSTA, C. A. et al. A spontaneous social network based on mobile devices. **Social Network Analysis and Mining**, v. 4, n. 1, p. 1–13, 2014.

COSTA, C. A. DA; YAMIN, A. C.; GEYER, C. F. R. Toward a General Software Infrastructure for Ubiquitous Computing. **IEEE Pervasive Computing**, v. 7, n. 1, p. 64–73, jan. 2008.

COSTA, H. J. DE M. **Um modelo de arquitetura para o turismo ubíquo utilizando dispositivos móveis.** [s.l.] Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2013.

CUENTA. **Cuenta satélite de turismo: Recomendaciones sobre el marco conceptual, 2008.** Disponível em: <http://unstats.un.org/unsd/publication/Seriesf/SeriesF_80rev1s.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2015.

CUNHA, L. M. A. DA. **Modelos Rasch e Escalas de Likert e Thurstone na medição de atitudes.** [s.l.] UNIVERSIDADE DE LISBOA, 2007.

D2RQ. **D2R Server.** Disponível em: <<http://d2rq.org/d2r-server>>. Acesso em: 25 maio. 2015.

DAVARI, N. et al. TKGS: Tourist Keeping and Guiding System. **International Journal of Computer Applications**, v. 48, n. 22, p. 13–25, 2012.

DBPEDIA. **DBpedia.** Disponível em: <<http://pt.dbpedia.org>>. Acesso em: 30 mar. 2015a.

DBPEDIA. **Interlinking DBpedia with other Data Sets.** Disponível em: <<http://wiki.dbpedia.org/Interlinking>>. Acesso em: 12 abr. 2015b.

DBPEDIA. **DBpedia : Sobre**. Disponível em: <<http://dbpedia.org/About>>. Acesso em: 3 abr. 2015c.

DBPEDIA. **DBpedia 2014 Data Set Statistics**. Disponível em: <<http://wiki.dbpedia.org/Datasets2014/DatasetStatistics>>. Acesso em: 15 abr. 2015d.

DBPEDIA. **Endpoint DBpedia Sparql**. Disponível em: <<http://dbpedia.org/sparql>>. Acesso em: 16 abr. 2015e.

DEY, A. K. Understanding and Using Context. **Personal Ubiquitous Comput.**, v. 5, n. 1, p. 4–7, 2001.

EMBRATUR. **Recorde para o turismo brasileiro**. Disponível em: <http://www.embratur.gov.br/piembratur/opencms/salaImprensa/artigos/arquivos/Recorde_ro_turiso_brsileiro.html>. Acesso em: 30 jan. 2015.

EMBRATUR. **Gastos de visitantes internacionais em 2014**. Disponível em: <http://www.embratur.gov.br/piembratur/opencms/salaImprensa/noticias/arquivos/Gastos_de_visitantes_internacionais_em_2014_somaram_Us_6914_bilhoes_novo_recorde.html>. Acesso em: 31 jan. 2015.

EUSKADI. **Euskadi Turismo**. Disponível em: <<http://tourism.euskadi.eus/en/>>. Acesso em: 30 mar. 2015a.

EUSKADI. **Open Data Euskadi**. Disponível em: <<http://opendata.euskadi.eus/w79-home/eu>>. Acesso em: 30 mar. 2015b.

FERNÁNDEZ-TOBÍAS, I. et al. **A Generic Semantic-based Framework for Cross-domain Recommendation** Proceedings of the 2Nd International Workshop on Information Heterogeneity and Fusion in Recommender Systems. **Anais...: HetRec '11**. New York, NY, USA: ACM, 2011 Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2039320.2039324>>

FRESCA, T. M. Centros locais e pequenas cidades: diferenças necessárias. **Mercator**, p. 75–81, 2010.

GAVALAS, D.; KENTERIS, M. A web-based pervasive recommendation system for mobile tourist guides. **Personal and Ubiquitous Computing**, v. 15, n. 7, p. 759–770, 10 maio 2011.

GEONAMES. **GeoNames**. Disponível em: <<http://www.geonames.org/>>. Acesso em: 15 abr. 2015.

GOOGLE. **Google Play**. Disponível em: <<https://play.google.com>>. Acesso em: 9 jul. 2014.

GOOGLE. **Views**. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/views/>>. Acesso em: 30 mar. 2015a.

GOOGLE. **Structured data: JSON-LD**. Disponível em: <<https://developers.google.com/structured-data/schema-org?hl=pt-BR&rd=1>>. Acesso em: 8 maio. 2015b.

GOOGLE. **Google Scholar**. Disponível em: <<https://scholar.google.com.br>>. Acesso em: 23 jan. 2015c.

GOOGLE. **Gson**. Disponível em: <<https://github.com/google/gson>>. Acesso em: 19 dez. 2015d.

GRANIC, A.; MARANGUNIC, N. Technology acceptance model : a literature review from 1986 to 2013. **Springer**, p. 15, 2014.

GRUBER, T. R. Towards Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. **Formal Ontology in Conceptual Analysis and Knowledge Representation**, 1993.

GUIAMAIS. **GuiaMais Turismo**. Disponível em: <<http://turismo.guiamais.com.br>>. Acesso em: 18 jul. 2014.

GUIMARÃES, A. S.; BORGES, M. P. **E-turismo: internet e negócios do turismo**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

HAYAKAWA, T.; IMI, Y.; ITO, T. **Analysis of Quality of Data in OpenStreetMap** Proceedings of the 2012 IEEE 14th International Conference on Commerce and Enterprise Computing. **Anais...: CEC '12**. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2012 Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/CEC.2012.29>>

IBGE. **Estimativa de população dos municípios do Amazonas**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=13&search=amazonas>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

IEEE. **IEEE Xplore Digital Library**. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/>>. Acesso em: 4 fev. 2015.

IJCA. **International Journal of Computer Applications**. Disponível em: <<http://ijcaonline.org/>>. Acesso em: 19 jan. 2015.

JILANI, M.; CORCORAN, P.; BERTOLOTTO, M. **Automated Highway Tag Assessment of OpenStreetMap Road Networks** Proceedings of the 22Nd ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems. **Anais...: SIGSPATIAL '14**. New York, NY, USA: ACM, 2014 Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2666310.2666476>>

JR, D. F. L. D. C.; MARTINS, C. R.; DELUCA, M. Contribuições do Marketing ao Gestor Público para o Desenvolvimento do Turismo em suas diversas formas. **Revista Eletrônica de Administração e Turismo – ReAT**, v. 2, n. 1, p. 155–168, 2013.

JSON. **JSON for Linking Data**. Disponível em: <<http://json-ld.org/>>. Acesso em: 8 maio. 2015.

KENTERIS, M.; GAVALAS, D.; ECONOMOU, D. **Electronic mobile guides: A survey**. **Personal and Ubiquitous Computing**. London, UK, UK Springer-Verlag, , 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00779-010-0295-7>>

KUBA, M. **OWL 2 and SWRL Tutorial**. Disponível em: <<http://dior.ics.muni.cz/~makub/owl/>>. Acesso em: 15 maio. 2015.

LAMPRIANIDIS, G. et al. **Extraction, Integration and Analysis of Crowdsourced Points of Interest from Multiple Web Sources** Proceedings of the 3rd ACM SIGSPATIAL International Workshop on Crowdsourced and Volunteered Geographic Information. **Anais...: GeoCrowd '14**. New York, NY, USA: ACM, 2014 Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2676440.2676445>>

LANTHALER, M.; GÜTL, C. **On using JSON-LD to create evolvable RESTful services** Proceeding WS-REST '12 Proceedings of the Third International Workshop on RESTful Design. **Anais...** New York, NY, USA: ACM, 2012

LEMOS, F. D. A. et al. **Improving Photo Recommendation with Context Awareness** Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web. **Anais...: WebMedia '12**. New York, NY, USA: ACM, 2012 Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2382636.2382704>>

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, v. 22 140, p. 55, 1932.

LOPES, D. M. F.; HENRIQUE, W. **Cidades médias e pequenas: teorias, conceitos e estudos de caso**. Salvador: SEI, 2010.

LUCKOW, D. H.; MELO, A. A. DE. **Programação em Java para Web**. [s.l.] Novatec, 2010.

LUXEN, D.; VETTER, C. **Real-time Routing with OpenStreetMap Data** Proceedings of the 19th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems. **Anais...: GIS '11**. New York, NY, USA: ACM, 2011 Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2093973.2094062>>

MAKEDOS, K.; TRYFONA, N. **PLATIS: A Personalized Location-aware Tourist Information System** Proceedings of the Second ACM SIGSPATIAL International Workshop on Mobile Geographic Information Systems. **Anais...: MobiGIS '13**. New York, NY, USA: ACM, 2013 Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2534190.2534195>>

MARIE, N. et al. **Discovery Hub: On-the-fly Linked Data Exploratory Search** Proceedings of the 9th International Conference on Semantic Systems. **Anais...: I-SEMANTICS '13**. New York, NY, USA: ACM, 2013 Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2506182.2506185>>

MELL, P.; GRANCE, T. The NIST Definition of Cloud Computing. **National Institute of Standards and Technology**, v. 53, n. 6, p. 50, 2001.

MENDES, D. R. **Programação Java com Ênfase em Orientação a Objetos**. [s.l.] Novatec, 2009.

MITCHELL, T. M. **Machine Learning**. 1. ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, Inc., 1997.

NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. L. **Ontology Development 101 : A Guide to Creating Your First Ontology**. p. 1–25, 2001.

OLANDA, E. R. As pequenas cidades e o vislumbrar do urbano pouco conhecido pela geografia. **Ateliê Geográfico**, v. 2, n. 2, p. 183–191, 2008.

OPENSTREETMAP. **OpenStreetMap**. Disponível em: <<https://www.openstreetmap.org>>. Acesso em: 30 mar. 2015.

ORACLE. **Jersey**. Disponível em: <<https://jersey.java.net/>>. Acesso em: 26 maio. 2015a.

ORACLE. **Netbeans**. Disponível em: <<https://netbeans.org/>>. Acesso em: 21 dez. 2015b.

OSMDROID. **Osmdroid: Tools for Android**. Disponível em: <<https://github.com/osmdroid/osmdroid>>. Acesso em: 4 maio. 2015.

OUANAIM, M. et al. **Dynamic User Profiling Approach for Services Discovery in Mobile Environments** Proceedings of the 6th International Wireless Communications and Mobile Computing Conference. **Anais...: IWC MC '10**. New York, NY, USA: ACM, 2010 Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1815396.1815523>>

OZDIKIS, O.; ORHAN, F.; DANISMAZ, F. **Ontology-based Recommendation for Points of Interest Retrieved from Multiple Data Sources**. Proceedings of the International Workshop on Semantic Web Information Management. **Anais...: SWIM '11**. New York, NY, USA: ACM, 2011 Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1999299.1999300>>

PANORAMIO. **Panoramio**. Disponível em: <<http://www.panoramio.com>>. Acesso em: 30 mar. 2015a.

PANORAMIO. **Widget API Panoramio**. Disponível em: <<http://www.panoramio.com/api/widget/api.html>>. Acesso em: 17 abr. 2015b.

PANORAMIO. **Panoramio Data API**. Disponível em: <<http://www.panoramio.com/api/data/api.html>>. Acesso em: 18 abr. 2015c.

PAPAZOGLU, M. P. **Web Services: Principles and Technology**. 1ª edition ed.[s.l.] Prentice Hall, 2008.

POSTGRESQL. **Postgresql: The world's most advanced open source database**. Disponível em: <www.postgresql.org>. Acesso em: 25 maio. 2015.

RAMOS, L.; BETINI, R. C. **Desafios Da Computação Ubíqua Por Uma Visão De IHC**. Proceedings of the 13th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems. **Anais...: IHC '14**. Porto Alegre, Brazil, Brazil: Sociedade Brasileira de Computação, 2014 Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2738055.2738144>>

RDFA. **Linked Data in HTML**. Disponível em: <<http://rdfa.info/>>. Acesso em: 17 maio. 2015.

SATYANARAYANAN, M. Pervasive computing: Vision and challenges. **Personal Communications, IEEE**, 2001.

SEGUNDO, J. E. S. Tecnologias de informação e comunicação para disponibilização de dados abertos em formato semântico. **Ibersid: revista de sistemas de información y documentación**, v. 7, p. 33–40, 2013.

SEHRA, S. S.; SINGH, J.; RAI, H. S. **A Systematic Study of OpenStreetMap Data Quality Assessment**. Proceedings of the 2014 11th International Conference on Information Technology: New Generations. **Anais...: ITNG '14**. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/ITNG.2014.115>>

SILVA, S. K. M. DA; ALVES, M. L. B. Fotografias da “ Cidade do Sol ”: um registro de revelações e ocultações. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, v. 8, n. 3, p. 456–475, 2014.

SILVA, J. et al. **Content Distribution in Trial-aware Environments**. Proceedings of the XV Brazilian Symposium on Multimedia and the Web. **Anais...: WebMedia '09**. New York, NY, USA: ACM, 2009. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1858477.1858492>>

SINGH, S. P.; SINGH, P. Design and Implementation of a Location-based Multimedia Mobile Tourist Guide System. **Int. J. Inf. Commun. Technol.**, v. 7, n. 1, p. 40–51, 2015.

SOUZA, T. S. et al. **A Proposal of Dynamic Content Search in a Ubiquitous Tourist Guide**. Proceedings of the 21st Brazilian Symposium on Multimedia and the Web. **Anais...: WebMedia '15**. New York, NY, USA: ACM, 2015. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2820426.2820462>>

SQLITE. **SQLite**. Disponível em: <<https://www.sqlite.org/>>. Acesso em: 27 maio. 2015.

STANFORD UNIVERSITY. **Protegé**. Disponível em: <<http://protege.stanford.edu/>>. Acesso em: 24 maio. 2015.

TAM. **TAM - The SAP way combining FMC and UML**. Disponível em: <<http://www.fmc-modeling.org/fmc-and-tam>>. Acesso em: 12 maio. 2015.

TOURISTEYE. **TouristEye**. Disponível em: <<http://www.touristeye.com>>. Acesso em: 9 jul. 2015.

TRIPADVISOR. **TripAdvisor**. Disponível em: <<http://www.tripadvisor.com>>. Acesso em: 9 jul. 2014.

TRIPOSO. **Triposo**. Disponível em: <<http://www.triposo.com>>. Acesso em: 21 maio. 2014.

UNWTO. **UNWTO: Tourism Highlight 2014 Edition**. Disponível em: <<http://mkt.unwto.org/publication/unwto-tourism-highlights-2014-edition>>. Acesso em: 7 ago. 2014.

W3C. **Web Semântica**. Disponível em: <<http://www.w3c.br/Padroes/WebSemantica>>. Acesso em: 16 maio. 2015a.

W3C. **Linked Data**. Disponível em: <<http://www.w3.org/standards/semanticweb/data>>. Acesso em: 18 maio. 2015b.

W3C. **JSON-LD 1.0: A JSON-based Serialization for Linked Data**. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/json-ld/>>. Acesso em: 7 maio. 2015c.

W3C. **Basic Geo (WGS84 lat/long) Vocabulary**. Disponível em: <<http://www.w3.org/2003/01/geo/>>. Acesso em: 26 maio. 2015d.

WEISER, M. The Computer for the 21st Century. **SIGMOBILE Mob. Comput. Commun. Rev.**, v. 3, n. 3, p. 3–11, 1999.

WIKIMEDIA. **Wikimedia**. Disponível em: <<https://www.wikimedia.org/>>. Acesso em: 20 maio. 2015.

WIKIVOYAGE. **Wikivoyage**. Disponível em: <<https://www.wikivoyage.org/>>. Acesso em: 30 mar. 2015a.

WIKIVOYAGE. **Wikivoyage**. Disponível em: <http://pt.wikivoyage.org/wiki/Página_principal>. Acesso em: 30 mar. 2015b.

WROCLAWSKI, S. **Why the World Needs OpenStreetMap**. Disponível em: <<http://blog.emacsen.net/blog/2014/01/04/why-the-world-needs-openstreetmap/>>. Acesso em: 25 abr. 2015.

YAHOO. **Yahoo Weather**. Disponível em: <<https://developer.yahoo.com/weather/>>. Acesso em: 30 mar. 2015.

YUEH, Y. T. F. et al. **A Virtual Travel Agent System for M-Tourism with Semantic Web Service Based Design and Implementation**. Advanced Information Networking and Applications, 2007. AINA '07. 21st International Conference on. **Anais...**Niagara Falls, ON: IEEE, 2007

ZARMPOU, T.; DROSOPOULOU, C.; VLACHOPOULOU, M. **Mapping the Tourism Mobile Applications: What, How and Where** Proceedings of the 6th Balkan Conference in Informatics. **Anais...**: BCI '13. New York, NY, USA: ACM, 2013 Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2490257.2490295>>

APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE.**Questionário sobre o uso do aplicativo Ataíru**

Respostas as questões marcando um “X” na opção desejada.

DADOS PRELIMINARES

1 - Faixa de idade:

- De 16 a 20 anos
- De 21 a 25 anos
- De 26 a 30 anos
- De 31 a 35 anos
- De 36 a 40 anos
- Acima de 40 anos

2 - Sexo:

- Masculino
- Feminino

3 - Escolaridade:

- Ensino Médio Incompleto
- Ensino Médio Completo
- Ensino Superior incompleto
- Ensino Superior Completo
- Pós Graduação incompleta
- Pós Graduação completa

4 - Familiaridade com *Smartphones*:

- Uso frequentemente
- Uso moderadamente
- Uso pouco
- Não uso

DADOS PRINCIPAIS

GRUPO 1 - Facilidade de Uso.

1 - As funções são facilmente encontradas.

- () Concordo totalmente
- () Concordo parcialmente
- () Indiferente
- () Discordo parcialmente
- () Discordo totalmente

2 - Poucos toques são necessários para completar uma tarefa.

- () Concordo totalmente
- () Concordo parcialmente
- () Indiferente
- () Discordo parcialmente
- () Discordo totalmente

3 - Levo pouco tempo para completar uma tarefa.

- () Concordo totalmente
- () Concordo parcialmente
- () Indiferente
- () Discordo parcialmente
- () Discordo totalmente

4 - Consigo entender os menus rapidamente.

- () Concordo totalmente
- () Concordo parcialmente
- () Indiferente
- () Discordo parcialmente
- () Discordo totalmente

GRUPO 2 - Percepção de utilidade do aplicativo.

1 - As opções oferecidas pelo aplicativo são úteis.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Indiferente
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

2 – Acho útil que o aplicativo use meu contexto, como localização e perfil, para aprimorar os resultados.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Indiferente
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

3 - O aplicativo cumpre o que promete.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Indiferente
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

4 - Teria o aplicativo em meu dispositivo móvel.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Indiferente
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

GRUPO 3 - Percepção de utilidade do conteúdo apresentado.

1 – As informações apresentadas são úteis.

- () Concordo totalmente
- () Concordo parcialmente
- () Indiferente
- () Discordo parcialmente
- () Discordo totalmente

2 – As informações apresentadas são consistentes.

- () Concordo totalmente
- () Concordo parcialmente
- () Indiferente
- () Discordo parcialmente
- () Discordo totalmente

3 – As informações apresentadas são relevantes.

- () Concordo totalmente
- () Concordo parcialmente
- () Indiferente
- () Discordo parcialmente
- () Discordo totalmente

4 – A quantidade de resultados é satisfatória.

- () Concordo totalmente
- () Concordo parcialmente
- () Indiferente
- () Discordo parcialmente
- () Discordo totalmente

Comentários sobre a experiência no uso do aplicativo Atâiru.
