

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA INTERDISCIPLINAR DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM COMPUTAÇÃO APLICADA
NÍVEL MESTRADO

NELSON MANOEL DE MOURA QUEVEDO

ALLERGY DETECTOR:

Um Modelo Ubíquo de Detecção de Riscos de Alergia Baseado na Ciência de Situação

São Leopoldo
2015

NELSON MANOEL DE MOURA QUEVEDO

ALLERGY DETECTOR:

Um Modelo Ubíquo de Detecção de Riscos de Alergia Baseado na Ciência de Situação

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, pelo Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Computação Aplicada da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Cristiano André da Costa

São Leopoldo

2015

Q5a	<p>Quevedo, Nelson Manoel de Moura Allergy Detector: um modelo ubíquo de detecção de riscos de alergia baseado na ciência de situação / por Nelson Manoel de Moura Quevedo. -- São Leopoldo, 2015.</p> <p>92 f. : il. color. ; 30 cm.</p> <p>Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Computação Aplicada, São Leopoldo, RS, 2015. Orientação: Prof. Dr. Cristiano André da Costa, Escola Politécnica.</p> <p>1.Computação ubíqua. 2.Computação móvel. 3.Alergia a alimentos. 4.Computadores – Aspectos da saúde. 5.Ontologias. 6.Interação homem-máquina. I.Costa, Cristiano André da. II.Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU 004.75.057.5 004:612.393</p>
-----	--

Catalogação na publicação:
Bibliotecária Carla Maria Goulart de Moraes – CRB 10/1252

Nelson Manoel de Moura Quevedo

**ALLERGY DETECTOR: Um Modelo Ubíquo de Detecção de Riscos de
Alergia Baseado na Ciência de Situação**

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 19 de Agosto de 2015

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Cristiano André da Costa – Unisinos

Prof. Dr. Sandro José Rigo – Unisinos

Prof. Dr. Claudio Geyer – UFRGS

Prof. Dr. Cristiano André da Costa

Visto e permitida a impressão
São Leopoldo,

Prof. Dr. Cristiano André da Costa
Coordenador PPG em Computação Aplicada

A Deus, à minha esposa, aos meus filhos, aos meus pais, à minha irmã e sua família e ao meu orientador. Todos com sua parcela importante que me permitiram atingir todos os objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à Deus por ter me dado essa oportunidade, à minha esposa pela parceria e incentivo permanente, ao meu filho por fazer-me ver que o caminho é estudar e buscar meus sonhos, à minha filha e aos meus pais pelo incentivo e orações, à minha irmã e à sua família por torcerem por mim e ao meu orientador Prof. Dr. Cristiano André da Costa por ter me dado todas condições e orientações para fazer uma excelente pesquisa, aos Professores Dr. Rodrigo Righi e Dr. Sandro Rigo pelas críticas construtivas em minha defesa de Qualificação do Projeto de Dissertação, ao Prof. Dr. José Vicente Canto pelos esclarecimentos em uma das avaliações do meu modelo, à Instituição UNISINOS por manter um quadro de professores tão qualificado e pela excelente estrutura de laboratórios, a todos os professores e a todos os funcionários da secretaria do PIPCA, aos meus colegas de mestrado e aos meus colegas de trabalho que foram voluntários nos experimentos de campo.

*“Pedi, e dar-se-vos-á; buscai, e encontrareis; batei, e abrir-se-vos-á.
Porque, aquele que pede, recebe; e, o que busca, encontra; e, ao que
bate, abrir-se-lhe-á”. Mateus 7.7*

RESUMO

Avanços em computação ubíqua estão permitindo o surgimento de oportunidades em diversas áreas, entre elas está a área da saúde. Nessa área surgem diversas aplicações que utilizam computação ubíqua para cuidados com a saúde, chamadas de aplicações de Cuidados Ubíquos. Conforme pesquisa realizada, foram encontrados vários modelos que possibilitam cuidados ubíquos para os usuários, tais como planejamento alimentar, controle de ingestão de alimentos calóricos, sugestão de restaurantes, acompanhamento diário dos alimentos ingeridos e suporte na seleção de menus conforme restrições para uma dieta segura. Entretanto, nenhum dos modelos considerados fornece suporte de maneira ubíqua a usuários que sofrem de alergia alimentar. Assim, a proposta deste trabalho é a de desenvolver um modelo ubíquo, baseado em ciência de situação, de detecção de risco de ingestão dos oito ingredientes alergênicos (soja, ovo, leite, trigo, peixe, crustáceo, amêndoas oriundas de árvores e amendoim) e seus derivados, que são responsáveis por mais de 90% dos casos de alergias alimentares. A maior contribuição do modelo Allergy Detector para a comunidade científica consiste em empregar a ciência de situação para o propósito específico de dar suporte a usuários na área de alergia alimentar. Além disso, o modelo apresenta também uma importante contribuição para a sociedade, dando suporte a usuários que sofrem de alergia aos oito principais alergênicos, apontando as proteínas contidas nesses alimentos ou em seus derivados, sendo essas informações obtidas da base dados apresentada no site da União Internacional de Sociedades de Imunologia (WHO/IUIS). Utilizou-se o modelo de Endsley como base para poder-se aplicar a técnica de ciência de situação, que a partir da utilização dos contextos de perfil e de localização, somados à correlação desses dois contextos, permite realizar as inferências necessárias. E que a partir da correlação desses dois contextos, o modelo consegue identificar se existem pratos com alergênicos à saúde do usuário. Essa correlação só é possível graças à ontologia criada, que armazena todas as informações sobre os pratos e ingredientes desses pratos do restaurante identificado, bem como as informações das proteínas alergênicas contidas nos oito principais alergênicos. O modelo proposto teve três avaliações, sendo uma avaliação através de um estudo de caso, outra quanto ao desempenho do aplicativo e uma terceira avaliação relativa à usabilidade do modelo. Para o estudo de caso utilizou-se o protótipo criado e confirmou-se a expectativa de que a aplicação de ciência de situação, baseada no modelo de Endsley, possibilitaria que o modelo de forma ubíqua detectasse riscos ao usuário da presença de alergênicos nos pratos servidos nos restaurantes. Enquanto que para

avaliação do desempenho, coletou-se os tempos médios de respostas para requisições entre os principais serviços, bem como mediu-se o consumo de CPU durante os conjuntos de requisições aplicadas, constando-se que o tempo médio de resposta cresce linearmente até um determinado número de requisições e após isso apresenta um comportamento exponencial e quanto ao consumo de CPU, constatou-se que os serviços pouco oneraram as plataformas PaaS. Como última avaliação mediu-se a usabilidade do modelo através de experimentos de campo com 10 voluntários, que atestaram que o modelo atendeu a todos os construtos medidos e a partir dos resultados de análise estatística, pode-se confirmar que o modelo de medição proposto é coerente com as Hipóteses identificadas sobre influência entre construtos.

Palavras-Chave: Alergia Alimentar. Ciência de Situação. Computação Ubíqua. Ciência de Contexto. Cuidados Ubíquos. Ontologia.

ABSTRACT

Advances in ubiquitous computing are enabling the emergence of opportunities in many areas, among them is the health area. In this area emerge many applications using ubiquitous computing for health care, called Ubiquitous Healthcare applications. According to survey conducted, have been found many models that enable ubiquitous healthcare to users, such as food planning, control intake of high-calorie foods, restaurant suggestions, daily monitoring of the diet and support in the selection menus as restrictions for safe diet. However, none of the models concerned provides support ubiquitous way for users who suffer from food allergies. Thus, this paper proposes to develop a ubiquitous model based on situation awareness, of risk detection intake of the eight major allergens (soy, egg, milk, wheat, fish, crustacean, trees nuts and peanuts) and their derivate, which causes about 90% of cases of all food allergies. The biggest model contribution to the scientific community consists of using the situation awareness for the specific purpose of supporting users in food allergy area. In addition, the model presents too an important contribution for society, supporting users who suffer from allergy to eight major allergens, presenting proteins contained in these foods or its derivatives, and that information obtained from the database hosted on the Union International Immunology Societies (WHO / IUIS) website. Was used the Endsley's model as base to apply the situation awareness technique, which from the use of the profile and location contexts, added to the correlation of these two contexts, allows to perform the necessary inferences. And that from the correlation of these two contexts, the model is able to identify if there are dishes with allergens to the user's health. This correlation is only possible due to the ontology created, which stores all the information about the dishes and ingredients in these dishes the restaurant identified as well as the information of allergenic proteins contained in the eight major allergens. The proposed model had three evaluations, the first as an assessment by a case study, another on the application performance and a third evaluation on the usability of the model. For the case study were used the prototype created and confirmed the expectation that the situation awareness application, based on the Endsley's model, would enable the model ubiquitously detect hazards to the user of the presence of allergens in food served in restaurants. While for performance evaluation, were collected the average response times for requests among the main services, and was measured CPU consumption during the sets applied requests, stating that the average response time increases linearly up a number of requests and thereafter presents an exponential

behavior, and as the CPU consumption, it was found that the service used PaaS platforms bit. As a final evaluation measured the usability of the model through field experiments with 10 volunteers, who testified that the model met all the measured constructs and from the results of statistical analysis, it can be confirmed that the proposed measurement model is consistent with the hypotheses identified on influence among constructs.

Keywords: Food Allergy. Situation Awareness. Ubiquitous Computing. Context Awareness. Ubiquitous Health. Ontology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de Endsley.....	25
Figura 2 – Tipos de ontologias, de acordo com os seus níveis de dependência com uma tarefa específica ou com o ponto de vista.....	28
Figura 3 – Visão Geral do Sistema.....	36
Figura 4 – Visão abstrata da arquitetura do sistema PMR	38
Figura 5 – Visão de linha do tempo da refeição no Evernote Food	41
Figura 6 – Traffic Light Diet	43
Figura 7 – Arquitetura Allergy Detector	52
Figura 8 – Diagrama Arquitetura Ciência de Situação.....	55
Figura 9 – Diagrama de Sequência Ciência de Situação	56
Figura 10 – Fases da Ontologia Allergy Detector	59
Figura 11 – Ontologia Allergy Detector.....	61
Figura 12 – Anotação Semântica RDFa com vocabulário SCHEMA.ORG	63
Figura 13 – Visualização Anotação Semântica RDFa com vocabulário SCHEMA.ORG.....	63
Figura 14 – Tecnologias Empregadas no Protótipo do Allergy Detector	67
Figura 15 – Telas Capturadas do Aplicativo	69
Figura 16 – Diagrama de Sequência Serviço.....	70
Figura 17 – Servidor de Aplicação no OpenShift.....	71
Figura 18 – Serviço de Ontologia no Amazon Web Services (AWS).....	71
Figura 19 – Tecnologias Empregadas no Protótipo do Allergy Detector	73
Figura 20 – Documento da Coleção de Usuários do Protótipo do Allergy Detector	73
Figura 21 – Tela Aplicativo com classificação local: a) Local Inseguro, b) Local Seguro.....	75
Figura 22 – Consulta de Alergênicos ao Usuário Contidos nos Pratos.....	76
Figura 23 – Opção Inspeccionar Elemento do Google Chrome.....	78
Figura 24 – Tempo de Resposta Médio para os Conjuntos de Requisições.....	79
Figura 25 – Retorno Comando TOP.....	80
Figura 26 – Carga CPU x Tempo de Processamento para os Conjuntos de Requisições NodeJS.....	80
Figura 27 – Carga CPU x Tempo de Processamento para os Conjuntos de Requisições Java	81
Figura 28 – Dados Demográficos dos entrevistados na avaliação de usabilidade	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Indicação Adequação.....	24
Quadro 2 – Características Trabalhos Relacionados	43
Quadro 3 – Comparativo conteúdo Bases de Dados Alergênicos	47
Quadro 4 – Características do modelo proposto Allergy Detector.....	48
Quadro 5 – Fases do RUP	66
Quadro 6 – Questionário Avaliação Usabilidade Allergy Detector	84
Quadro 7 – Resultado das Hipóteses	87
Quadro 8 – Comparação Allergy Detector x Trabalhos Relacionados	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatística Descritiva Allergy Detector	85
Tabela 2 – Teste de Normalidade – Shapiro-Wilk	86
Tabela 3 – Correlações entre variáveis	86

LISTA DE SIGLAS

XML	eXtensible Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
RDF	Resource Description Framework
W3C	World Wide Web Consortium
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
JSON	JavaScript Object Notation
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
TAM	Technical Architecture Modeling
SPARQL	SPARQL Protocol and RDF Query Language
URL	Uniform Resource Locator
URI	Uniform Resource Identifier
MEC	Ministério da Educação e Cultura
J2SE	Java 2 Platform, Standard Edition
J2ME	Java 2 Micro Edition
API	Application Programming Interface
CPU	Central Processing Unit
GPS	Global Positioning System
PC	Personal Computer
U-Health	Ubiquitous Health
Abinee	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
Telebrasil	Associação Brasileira de Telecomunicações
UML	Unified Modeling Language
OWL	Web Ontology Language
RIF	Regra Interchange Format
SOAP	Simple Object Access Protocol
AA	Alergia Alimentar
IgE	Imunoglobulina E
PMR	Personalized Mobile Restaurant System
RIS	Sistema de Informação do Restaurante
SSH	Secure Shell Protocol
OMS	Organização Mundial da Saúde
IUIS	International Union of Immunological Societies

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Motivação	17
1.2 Questão de Pesquisa	18
1.3 Objetivo Geral	18
1.4 Objetivos Específicos	19
1.5 Estrutura do Documento	19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1 Computação Móvel e Ubíqua	21
2.2 Ciência de Contexto.....	22
2.3 Ciência de Situação.....	24
2.4 Ontologia e Web Semântica.....	26
2.5 Dados Ligados.....	30
2.6 Cuidados Ubíquos.....	32
2.7 Alergia Alimentar	32
2.8 Considerações Finais	33
3 TRABALHOS RELACIONADOS	35
3.1 Shoku-ping3	35
3.2 PMR(Personalized Mobile Restaurant System)	37
3.3 Daily Monitoring of the Diet and Support (DMDS): Design of Software to Support Families with Food-Allergic and Food-Intolerant Children.....	40
3.4 Food Tracker: A Mobile Food Recommendation System Based on The Traffic Light Diet	42
3.5 Comparação de Trabalhos Relacionados.....	43
3.6 Base de Dados Alergênicos	45
3.7 Lacunas Identificadas e Oportunidades de Pesquisa	47
4 ALLERGY DETECTOR: UM MODELO UBÍQUO DE DETECÇÃO DE RISCOS DE ALERGIA	51
4.1 Decisões de Projeto	51
4.2 Arquitetura do Modelo	52
4.2.1 Ciência de Situação	54
4.2.2 Ontologia Proposta	57
4.2.3 Parser	61
4.2.4 Base de Dados	64
5 IMPLEMENTAÇÃO	66
5.1 Cliente Allergy Detector.....	67
5.2 Serviço Allergy Detector	69
6 AVALIAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	74
6.1 Avaliação Por Estudo de Caso.....	74
6.2 Avaliação de Desempenho.....	77
6.3 Avaliação de Usabilidade	82
7 CONCLUSÃO	88
REFERÊNCIAS	92

1 INTRODUÇÃO

Em 1988 surgiu a computação ubíqua, introduzida pelo pesquisador Mark Weiser da empresa Xerox PARC. Mark Weiser é o autor do artigo “*The Computer for the 21st Century*”, publicado em 1991, que cita tecnologias muito a frente das existentes naquela época. Ele resumiu o que se esperava de computação ubíqua ou pervasiva (ubicomp) como: o usuário acessa o ambiente computacional, em todo lugar e a qualquer momento e com qualquer dispositivo.

Costa et al. (2008) citam que vários passos foram dados em direção à computação ubíqua, conforme a seguinte evolução: o advento do computador pessoal (PC), a computação distribuída, a evolução da *World Wide Web* e por último o surgimento da computação móvel.

Conforme Feltes e Barbosa (2014), a computação ubíqua está permitindo o surgimento de oportunidades em diversas áreas como medicina, educação, jogos, comércio, entretenimento, transportes, entre outros, envolvendo conceitos como *U-Learning*, *U-Commerce*, *U-Health* e *U-City*, que surgiram nos últimos anos.

Na área da saúde temos a tecnologia de Cuidados Ubíquos ou *U-Healthcare*. Segundo Gelogo e Kim (2013), Cuidado Ubíquo é uma tecnologia atual que aumenta a eficiência, exatidão e disponibilidade em tratamentos médicos. Os autores citam que o objetivo de *U-Healthcare* é fornecer serviço de saúde conveniente, tanto para profissionais da saúde como para usuários, de maneira a tornar fácil o diagnóstico do estado de saúde do usuário.

Conforme pesquisa realizada, foram encontrados vários modelos que possibilitam cuidados ubíquos para os usuários, tais como planejamento alimentar (ANTONIOU; NANOU, 2003), controle de ingestão de alimentos calóricos (JOHNSON; VERGARA; DOLL, 2014), sugestão de restaurantes (DARAGHMI; YUAN, 2013), acompanhamento diário dos alimentos ingeridos (HENRICKSEN; VILLER, 2012) e suporte na seleção de menus conforme restrições para uma dieta segura (IIZUKA; OKAWADA, 2012).

Entretanto, nenhum dos modelos considerados fornece suporte de maneira ubíqua a usuários que sofrem de alergia alimentar. Assim, a proposta deste trabalho é a de desenvolver um modelo ubíquo, baseado em ciência de situação (ENDSLEY, 1999), de detecção de risco de ingestão dos oito ingredientes alergênicos (soja, ovo, leite, trigo, peixe, crustáceo, amêndoas oriundas de árvores e amendoim) que são responsáveis por mais de 90% dos casos de alergias alimentares. O modelo, chamado de *Allergy Detector*, permite que o usuário seja

alertado de situações de riscos, através da análise conjunta de vários contextos, que infere as situações em que o mesmo se encontra.

Segundo a Associação Brasileira de Alergia e Imunologia, as reações alimentares de causas alérgicas verdadeiras acometem 6-8% das crianças com menos de três anos de idade e 2-3% dos adultos. Até o momento não existe um medicamento específico para prevenir a Alergia Alimentar, sendo de extrema importância fornecer orientações ao paciente e familiares que se evitem novos contatos com alimentos que contenham ingredientes alergênicos.(PEREIRA et al., 2008)

Para que usuários possam receber suporte em qualquer lugar e a qualquer momento, é imprescindível a utilização de computação móvel, que conforme Jing et al.(1999), foi um novo paradigma da computação gerado a partir de avanços na tecnologia de redes de dados sem fio e dos aparelhos portáteis, onde os usuários, que carregam aparelhos portáteis, tem acesso a serviços de dados e informações independentemente da sua localização física ou comportamento de mobilidade.

Vindo ao encontro dessa necessidade de uso da computação móvel, dados da IDC agregados pela Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), informam que no final do mês de maio de 2014 os smartphones passaram a representar 76% do mercado de celulares no Brasil (Abinee, 2014). E segundo levantamento da Associação Brasileira de Telecomunicações (Telebrasil), o Brasil fechou o primeiro semestre de 2014 com 161 milhões de acessos em banda larga, sendo 23,3 milhões na banda larga fixa e 137,7 milhões na banda larga móvel (somados 121,9 milhões em celulares tradicionais e smartphones e 15,8 milhões de terminais de dados) (TELEBRASIL, 2014).

O modelo *Allergy Detector* é baseado em ciência de situação, que através de integração com base de dados de alergias, ciência de contexto (localização e perfil), consultas a informações de pratos/ingredientes dos restaurantes através da Web, utilização de ontologia, permite inferir o risco de ingestão dos oito ingredientes alergênicos (soja, ovo, leite, trigo, peixe, crustáceo, amêndoas oriundas de árvores e amendoim), que são responsáveis por mais de 90% dos casos de alergias alimentares.

A maior contribuição do modelo *Allergy Detector* para a comunidade científica consiste em empregar a ciência de situação para o propósito específico de dar suporte a usuários na área de alergia alimentar. Além disso, o modelo apresenta também uma importante contribuição para a sociedade, dando suporte a usuários que sofrem de alergia aos oito principais alergênicos, apontando as proteínas contidas nesses alimentos ou em seus

derivados, sendo essas informações obtidas da base dados apresentada no site da União Internacional de Sociedades de Imunologia (WHO/IUIS).

1.1 Motivação

Uma alergia alimentar pode levar a morte, segundo Boyce et al.(2010) relataram que “Mortes decorrentes de anafilaxia induzidas por alimentos foram relatadas no período de 30 minutos a 2 horas após a exposição e geralmente resultam de comprometimento cardiorrespiratório”. Atualmente, não existe cura para alergia alimentar e conforme Burks et al., (2012) a primeira terapia para alergia alimentar é evitar estritamente o alimento ou os alimentos que a causam.

Conforme pesquisa realizada, foram encontrados modelos que fornecem suporte aos usuários como no planejamento alimentar (ANTONIOU; NANOU, 2003), para alertar sobre a quantidade de calorias (JOHNSON; VERGARA; DOLL, 2014), para sugerir restaurantes (DARAGHMI; YUAN, 2013), para acompanhamento diário dos alimentos ingeridos (HENRICKSEN; VILLER, 2012) e para suporte na seleção de menus conforme restrições para uma dieta segura (IIZUKA; OKAWADA, 2012). Porém, nenhum dos trabalhos estudados utilizou características de computação ubíqua em seus modelos ou a combinação de diferentes contextos. Assim, foram identificadas como lacunas a utilização de ciência de situação e o uso de ontologia. A utilização de ciência de situação tem papel importante em casos em que se deseja projetar situações futuras a partir das informações fornecidas pelo meio. Nesse caso específico, as informações serão os contextos de perfil e localização e a projeção seria a detecção de riscos de alergia às quais os usuários podem correr, conforme os alimentos servidos por determinados restaurantes. Já a ontologia permite reunir informações relevantes sobre um domínio, nesse caso de Alergia Alimentar, auxiliando na inferência sobre a presença ou não de substâncias alergênicas nos pratos servidos em determinados restaurantes, que venham a desencadear reações alérgicas nos usuários.

Dessa forma o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um modelo ubíquo na área de saúde que empregará como contextos, para definição de situação, base de dados de alergia, informações de perfil, localização, cardápios de restaurantes (pratos/ingredientes). Empregará também inferências em uma ontologia, o que possibilita a detecção de situações em que existam elementos alergênicos aos usuários, também agindo como um facilitador para ampliação da base de situações de risco.

1.2 Questão de Pesquisa

Pessoas que sofrem de alergia alimentar precisam evitar a ingestão de comidas que contenham ingredientes alergênicos. Essas pessoas precisam estar atentas às situações em que se encontram e às suas restrições alimentares. Porém muitas vezes, pessoas alérgicas não têm tempo ou esquecem de monitorar permanentemente essas situações e de fazer críticas sobre os alimentos servidos em cada local.

Assim, a questão de pesquisa que o presente trabalho busca responder é:

“Como seria um modelo **ubíquo** para suporte à alergia alimentar baseado em **ciência de situação** para a **deteção de riscos** conforme contextos do usuário?”

O termo “ubíquo” significa que o modelo permitirá ao usuário ter mobilidade, exigirá o mínimo de interação necessária para deteção de riscos e que o usuário pouco perceberá que ferramentas estão envolvidas no modelo como um todo.

Já o termo “ciência de situação” significa que o modelo verificará a situação do usuário a partir das informações de contextos de perfil e de localização, fará uma projeção dos riscos de alergia alimentar e por fim o alertará sobre esses riscos.

E por último, o termo “deteção de riscos” significa o resultado final do emprego de ciência de situação, que é dar suporte ao usuário no sentido de evitar o contato com substâncias alergênicas à sua saúde. Trata-se da contribuição para a sociedade.

O modelo desenvolvido tem que a partir de fontes de contextos dos usuários e de evidências, identificar a situação em que os mesmos se encontram e alertá-los sobre os riscos de terem uma crise alérgica.

1.3 Objetivo Geral

O principal objetivo é desenvolver um modelo ubíquo na área da saúde, particularmente em alergia alimentar, chamado *Allergy Detector*, que dará suporte a usuários que sofrem de alergia alimentar, na identificação de locais que servem ou não alimentos com os oito ingredientes (soja, ovo, leite, trigo, peixe, crustáceo, amêndoas oriundas de árvores e amendoim) responsáveis por mais de 90% dos casos de alergia alimentar, utilizando informações de contextos e baseando-se em ciência de situação. A principal contribuição do modelo é a utilização de ciência de situação para a identificação dos locais quanto ao risco.

1.4 Objetivos Específicos

Para a realização do trabalho serão executadas as tarefas a seguir:

- Estudar os conceitos de computação ubíqua, contexto, ciência de situação, ontologia e web semântica, cuidados ubíquos e alergia alimentar;
- Conhecer modelos que aplicam computação ubíqua e ciência de situação na área de alergia alimentar;
- Verificar as lacunas encontradas nos modelos estudados;
- Especificar como o modelo proposto utilizaria computação ubíqua e ciência de situação para dar suporte a usuários que sofrem de alergia alimentar;
- Projetar e implementar um protótipo que seja o mais próximo possível do modelo proposto;
- Experimentar o protótipo em situações reais, aplicando metodologia de avaliação;
- Analisar os resultados dos experimentos.

1.5 Estrutura do Documento

O trabalho está organizado com a seguinte estrutura:

- Capítulo 2: Descreve os conceitos de computação móvel e ubíqua, ciência de contexto, ciência de situação, ontologia e web semântica, saúde ubíqua e alergias alimentares;
- Capítulo 3: Descreve os trabalhos relacionados, comparações entre eles, estudo sobre base de dados alergênicos, lacunas identificadas e oportunidades de pesquisa;
- Capítulo 4: Descreve o modelo em detalhes, as decisões do projeto, ciência de situação, modelo do perfil, ontologia proposta, módulo de detecção de alergia e cenários de uso;
- Capítulo 5: Descreve a implementação do protótipo, as ferramentas e metodologias para a construção do cliente e servidor e o ambiente de experimentação utilizado;

- Capítulo 6: Descreve a avaliação do modelo proposto, avaliação da ontologia sobre os requisitos definidos em sua construção, avaliação de cenários e avaliação da usabilidade. E apresenta cronograma dos próximos passos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo aborda conceitos importantes sobre as tecnologias a serem utilizadas para o desenvolvimento do modelo ubíquo. As seções seguintes descrevem as características de computação móvel e ubíqua tais como ciência de contexto e ciência de situação. Também serão abordados temas como ontologia e web semântica, que serão imprescindíveis para o funcionamento da ciência de situação, cuidados ubíquos, que trata da utilização de computação ubíqua no cuidado da saúde das pessoas e alergia alimentar, que será o foco do presente trabalho.

2.1 Computação Móvel e Ubíqua

Conforme Jing et al. (1999), a computação móvel foi um novo paradigma da computação gerado a partir de avanços na tecnologia de redes de dados sem fio e dos aparelhos portáteis, onde os usuários, que carregam aparelhos portáteis, tem acesso a serviços de dados e informações independentemente da sua localização física ou comportamento de mobilidade.

Satyanarayanan (2001) afirma que a computação móvel precedeu a computação pervasiva (ubíqua).

A computação ubíqua surgiu em 1988, introduzida pelo pesquisador Mark Weiser da empresa Xerox PARC. Mark Weiser é o autor do artigo “*The Computer for the 21st Century*”, publicado em 1991, que cita tecnologias muito a frente das existentes naquela época.

Conforme Costa et al. (2008), o visionário artigo de Mark Weiser resume o que é esperado de computação ubíqua ou pervasiva (ubicomp): acesso do usuário ao ambiente computacional, de todo lugar e a todo o momento, por meio de qualquer dispositivo.

Conforme descrito por Satyanarayanan (2001), a essência da visão de Mark Weiser foi a criação de ambientes saturados com capacidade de computação e comunicação, ainda de maneira harmônica integrado com usuários humanos.

De acordo com Costa et al. (2008), para atingirmos a definição de computação ubíqua proposta por Weiser, é necessário resolver várias questões e desafios tais como escalabilidade, heterogeneidade, integração, segurança e privacidade, interface com o usuário, mobilidade, ciência de contexto (context awareness), gerência de contexto e invisibilidade.

Segundo Henricksen et al. (2002), computação pervasiva exige aplicações que sejam capazes de operar em ambientes altamente dinâmicos e que requeiram menos atenção do

usuário. A fim de atender a esses requisitos, aplicações de computação pervasiva teriam de ser sensíveis ao contexto. Conforme será abordado a seguir.

2.2 Ciência de Contexto

O termo contexto é definido por Dey (2001) como “qualquer informação que caracteriza a situação de uma entidade, sendo que uma entidade pode ser uma pessoa, um lugar ou um objeto considerados relevantes para a interação entre um usuário e uma aplicação, incluindo o próprio usuário e a aplicação. O contexto é tipicamente a localização, a identidade e o estado das pessoas, grupos ou objetos físicos e computacionais”.

Um sistema é considerado ciente de contexto (*context awareness*), se ele utiliza contexto para fornecer informações ou serviços relevantes para o usuário, sendo que a relevância depende da tarefa do usuário. (DEY, 2001).

Segundo Abowd e Mynatt (2000), embora uma definição completa de contexto seja ilusória, os cinco “Ws” formam um conjunto de dimensões básicas a partir das quais é possível contextualizar uma determinada atividade, conforme descrito abaixo:

- *Who* (quem): Sistemas atuais focam a interação na identidade de um usuário em particular, incorporando raramente informação referente a outras pessoas também presentes ao ambiente. Porém, seres humanos associam atividades à presença de outras pessoas como artifício para se lembrarem do ocorrido. Logo, é importante prover informações não apenas do usuário, mas também de todas as pessoas em uma atividade assistida por computador;
- *What* (o que): Dimensão responsável por identificar a atividade do usuário, tarefa que em geral é considerada complexa. Dispositivos cientes de contexto devem suportar interpretações de atividades humanas;
- *Where* (onde): A ideia de localização é a mais utilizada por aplicações cientes de contexto. Na área de computação ubíqua, esta dimensão é muito utilizada em associação com a dimensão de identidade (*who*) e a temporal (*when*) no intuito de fornecer novas funcionalidades às aplicações. Como exemplos de sistemas que exploram esta dimensão podem ser citados guias turísticos capazes de prover informações na localização e na identidade do usuário em um determinado instante;

- *When* (quando): O contexto temporal tem sido utilizado para indexação de registros capturados ou para informar a duração de um usuário em um determinado local ou sessão;
- *Why* (por que): Mais complexo do que inferir a ação do usuário é descobrir o porquê de sua atividade. Obter informações capazes de prover o motivo de uma ação do usuário talvez seja o maior desafio da computação ciente de contexto. Devido a essa complexidade, para a obtenção de informações desta dimensão a combinação das quatro dimensões anteriores pode ser utilizada.

Em Strang et al. (2004) foi feito um *survey* sobre modelos de representações de contextos e os requisitos aos quais essas representações atendem. Foram identificados os seguintes modelos:

- Modelo Chave-Valor: O modelo de pares chave-valor é a estrutura de dados mais simples para a modelagem de informações contextuais. São fáceis de gerenciar, mas faltam recursos para estrutura sofisticada para permitir a recuperação de contexto por algoritmos eficientes;
- Modelos de Esquemas de Marcação: Comum a todas as abordagens de modelagem esquema de marcação, é uma estrutura de dados hierárquica que consiste em tags de marcação com atributos e conteúdo. Representantes típicos dessa abordagem de modelagem de contexto são os perfis;
- Modelos Gráficos: Um instrumento de modelagem de propósito geral muito conhecido é *Unified Modeling Language* (UML) que é um componente gráfico robusto (Diagramas UML);
- Modelos Orientados a Objeto: Comum em abordagens de modelo de contexto orientado a objeto, tem a intenção de empregar os principais benefícios de qualquer abordagem orientada a objeto, ou seja, encapsulamento e reuso, para cobrir parte dos problemas decorrentes da dinâmica do contexto em ambientes ubíquos;
- Modelos Baseados em Lógica: Uma lógica define as condições nas quais uma expressão concluída ou um fato pode ser derivado de um conjunto de outras expressões ou fatos.
- Modelos Baseados em Ontologias: Ontologias são instrumentos promissores para especificar conceitos e inter-relações. Elas são particularmente adequadas

para projetar partes das informações descritas e que estão sendo usadas na nossa vida diária para uma estrutura de dados utilizável por computadores.

O Quadro 1 apresenta um comparativo entre esses modelos de representações de contextos com seus requisitos que são: composição distribuída (cd); validação parcial (vp); qualidade da informação (qi); incompleto e ambíguo (ia); nível de formalidade (nfor), aplicabilidade em ambientes existentes (apl) e interoperabilidade entre linguagens de programação (int).

Quadro 1 – Indicação Adequação

Abordagens Requisitadas	cd	vp	qi	ia	nfor	apl	int
Chave-Valor	x	x	x	x	x	x	✓
Esquemas de Marcação	✓	✓	x	x	x	✓	✓
Gráficos	x	x	✓	x	x	✓	✓
Orientados a Objeto	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Baseados em Lógica	✓	x	x	x	x	✓	x
Baseados em Ontologias	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

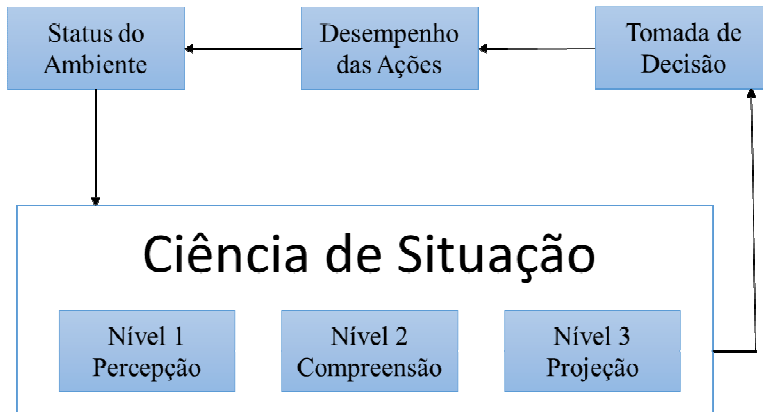
Fonte: (STRANG; LINNHOFF-POPIEN, 2004).

Conforme Nwiabu et al. (2011), os termos ciência de contexto e ciência de situação são usados por alguns autores como sinônimos. Para evitar essa confusão, ele diz que é importante que nos fixemos no conceito de ciência de situação que foca na modelagem do ambiente do usuário. E que ciência de contexto permite que os sistemas se adaptem automaticamente às mudanças no domínio de tarefas de um usuário, por meio da atualização de informações relevantes e de prestações de serviços, ao passo que ciência de situação concentra-se em informações sobre o estado do ambiente onde essas tarefas são realizadas. Na seção seguinte, falaremos mais sobre ciência de situação.

2.3 Ciência de Situação

Endsley (1995) define Ciência de Situação como “a percepção e compreensão de uma ou mais situações e a projeção de seus efeitos em um futuro próximo”.

O modelo de Endsley é formado por três níveis para a obtenção de ciência de situação que são: percepção, compreensão e projeção, conforme Figura 1.

Figura 1 – Modelo de Endsley

Fonte: Traduzido livremente de (ENDSLEY, 1995).

Conforme Endsley (1999), os níveis de seu modelo são descritos da seguinte maneira:

- **Nível 1 – Percepção:** O primeiro passo para obtenção de ciência de situação é perceber o estado, os atributos e a dinâmica dos elementos relevantes do ambiente;
- **Nível 2 – Compreensão:** A compreensão da situação é baseada numa síntese dos elementos desconexos identificados no nível 1 através dos processos de reconhecimento de padrões, interpretação e avaliação. Será necessário um entendimento do significado de todos os elementos e eventos;
- **Nível 3 – Projeção:** Este nível é capaz de projetar ocorrências futuras, a partir da compreensão dos elementos no ambiente atual. Isso é alcançado através do conhecimento do estado e dinâmica dos elementos e da compreensão da situação (de ambos os níveis 1 e 2).

Em uma conceituação mais atual, Bettini et al. (2010) definem situação como abstrações semânticas obtidas a partir de contextos de baixo-nível, permitindo especificações de alto-nível do comportamento humano no cenário e nos sistemas de serviços correspondentes.

Já Lopes et al. (2014) define uma situação como uma visão de alto nível e abrangente de contexto, que pode ser utilizada pelas aplicações em seu processo de adaptação. E cita que essa visão é decorrente da construção de contextos complexos, que podem ser compostos a partir de informações obtidas por diferentes sensores distribuídos no ambiente ubíquo. E que a construção do suporte à ciência de situação para as aplicações ubíquas apresenta diversos desafios de pesquisa, tais como: a coleta do contexto a partir de fontes heterogêneas e distribuídas, o processamento das informações de contexto adquiridas e a respectiva atuação sobre o meio físico e a disseminação do contexto a consumidores interessados de forma distribuída e no momento oportuno.

Na próxima seção serão abordados os temas ontologia e Web Semântica.

2.4 Ontologia e Web Semântica

Conforme mostrado nas sessões anteriores ontologias são imprescindíveis para representação de contexto. Já Web Semântica é necessária para possibilitar a interoperabilidade entre sistemas.

Conforme Gruber (1993) ontologia é definida como uma especificação formal e explícita de uma conceituação compartilhada.

Studer et al. (1998) explica que a palavra “conceitualização” refere-se a um modelo abstrato de algum fenômeno do mundo real. A palavra “explícita” significa quais os tipos de conceitos usados, propriedades, relações, funções, restrições e axiomas devem ser explicitamente definidos. A palavra “formal” refere-se ao fato de que a ontologia deve ser capaz de ser lida por máquinas. E por último a palavra “compartilhada” reflete a noção de que uma ontologia captura um conhecimento consensual, isto é, não pode ser restrito a um indivíduo, mas aceito por um grupo.

Segundo Noy e McGuinness (2001), uma ontologia é uma descrição formal e escrita dos conceitos de um domínio de conhecimento, das suas propriedades (atributos e relacionamentos) e restrições. Os autores também afirmam que ontologia, juntamente com um conjunto de instâncias individuais das classes constitui uma base de conhecimento, existindo

uma linha muito tênue entre ambas. Definem ainda que a estrutura de uma ontologia é dividida nas seguintes partes:

- **Classes:** definem os conceitos de um domínio. Também pode conter subclasses;
- **Slots:** descrevem as propriedades e atributos de cada classe;
- **Facetas:** representam as restrições das propriedades;
- **Instâncias:** representam um indivíduo de uma classe.

Conforme Noy e MacGuinness (2001) para a criação de uma ontologia, é necessário executar as seguintes ações:

- Definir as classes da ontologia;
- Arranjar as classes em uma hierarquia taxonômica (subclasses e superclasses);
- Definir os slots e descrever os valores permitidos para eles;
- Descrever as facetadas (também chamadas de papéis ou propriedades), com suas definições das características que um slot pode ter, como número de valores, tipo de valor e range;
- Definir as instâncias individuais para cada classe, preenchendo os valores em cada slot.

Existe uma linguagem para definir e instanciar ontologias na Web chamada de *Ontology Web Language (OWL)*¹. A *OWL* foi projetada pela *World Wide Web Consortium (W3C)* para ser usada por aplicativos Web que necessitam processar o conteúdo da informação. *OWL* possui três sub-linguagens cada vez mais expressivas:

- *OWL Lite* dá suporte aqueles usuários com necessidades básicas necessitando uma classificação hierárquica e restrições simples.
- *OWL DL* dá suporte aqueles usuários que querem o máximo de expressividade, com completude (todas as conclusões são garantidas serem computáveis) e decidibilidade (todas as computações terminarão em um tempo finito) computacionais.

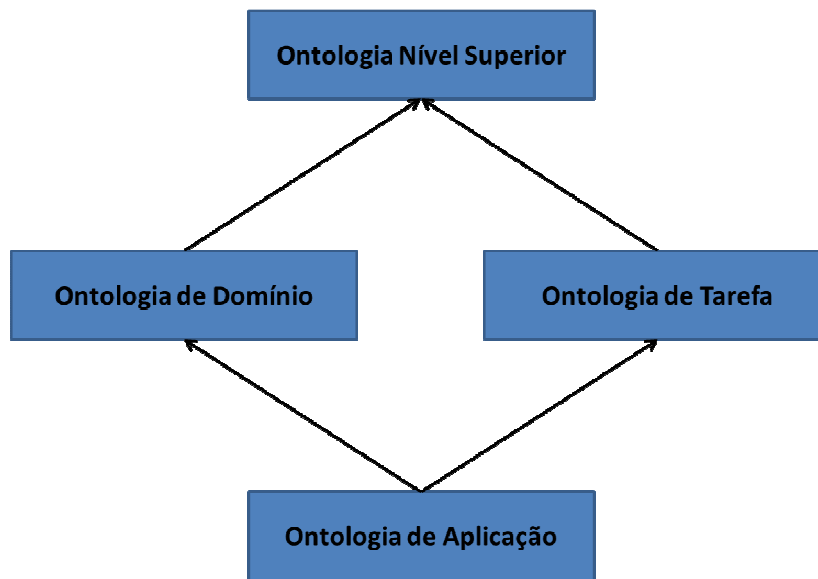
¹ [OWL Web Ontology Language Guide: W3C Recommendation 10 February 2004 W3C \(2004-02-10\)](#).

- *OWL Full* dá suporte aqueles usuários que queiram o máximo de expressividade e independência sintática de *Resource Description Framework (RDF)*, sem nenhuma garantia computacional.

Segundo Welty e Smith (2001) ontologias podem ser classificadas nos seguintes tipos (sintetizados na Figura 2):

- Ontologia de Alto Nível: Também chamadas de Ontologias Genéricas e podem ser reutilizadas em diversos domínios;
- Ontologia de Domínio: Podem ser reutilizáveis em um único domínio;
- Ontologia de Tarefa: Possui vocabulário de termos usados para resolver problemas associados com tarefas que podem ser ou não de um mesmo domínio;
- Ontologia de Aplicação: Possui vocabulário de termos usados para resolver problemas com tarefas de um domínio particular.

Figura 2 – Tipos de ontologias, de acordo com os seus níveis de dependência com uma tarefa específica ou com o ponto de vista



Fonte: Traduzido livremente de (WELTY; SMITH, 2001).

Uma das aplicações de ontologia é a Web Semântica.

Segundo Berners-Lee et al. (2001) a Web Semântica é uma extensão da Web atual na qual a informação possui um significado bem definido, permitindo assim que computadores e pessoas trabalhem melhor, em cooperação. Ainda conforme os autores, os computadores necessitam ter acesso a coleções estruturadas de informações (dados e metadados) e a conjunto de regras de inferência que ajudem no processo de dedução automática para que seja aplicado o raciocínio automatizado.

Em Catarino e Souza (2012) foi feito um *survey* sobre Web Semântica. O artigo cita os seguintes conceitos básicos que compõem a ideia de Web Semântica:

- **Dados Ligados:** é o nome que se dá às coleções de dados relacionados na Web. O modelo adotado pelo W3C é o *RDF*;
- **Vocabulários:** são constituídos por termos que representam conceitos, possíveis relacionamentos entre eles e as limitações no seu uso. O W3C oferece várias possibilidades para definir vocabulários: *RDF* e *RDF Schema*, *Simple Knowledge Organization System (SKOS)*, *OWL* e *RIF*;
- **Busca:** é usado genericamente para se referir às tecnologias e aos protocolos desenvolvidos para a recuperação da informação. A Web Semântica utiliza a linguagem *SPARQL* para consultar os dados formatados em *RDF*. Essa linguagem permite fazer buscas e receber os resultados em *Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)* ou *Simple Object Access Protocol (SOAP)*;
- **Inferência:** no contexto da Web Semântica, refere-se à descoberta de novas relações entre os recursos Web com base nos dados e em algumas informações adicionais sob a forma de um vocabulário ou conjunto de regras;
- **Aplicações Verticais:** é uma expressão usada pelo W3C para se referir às aplicações genéricas desenvolvidas por comunidades específicas que exploram as tecnologias do W3C.

Conforme W3C tecnicamente consultas com *SPARQL* são baseadas em modelos. *RDF* pode ser visto como um conjunto de relacionamentos entre fontes. Usando *SPARQL* usuários da Web de Dados podem extrair informações complexas que são retornadas, por exemplo, em formato de tabela. Essa tabela pode ser incorporada em outra página da Web. Usando essa abordagem *SPARQL* fornece uma poderosa ferramenta para construir, por exemplo, sites *mash-up* ou motores de busca que incluem dados provenientes da Web Semântica.

Após abordarmos a fundamentação teórica das tecnologias empregadas em sistemas ubíquos, na próxima seção falaremos sobre o tema de cuidados ubíquos.

2.5 Dados Ligados

Berners-Lee (2006) cita que assim como a web HTML, a web dos dados é construída com documentos na web. Porém ao invés de estar relacionado a documentos de hipertexto escritos em HTML, para dados seus links são entre coisas arbitrárias descritas em RDF.

Bizer et al. (2009) resumem que Dados Ligados (Linked Data) é o simples uso da Web para criar ligações entre dados de diferentes fontes. Os autores citam que tecnicamente Dados Ligados se referem a dados publicados na Web, de maneira que possam lidos por máquinas, com os seus significados sendo explicitamente definidos, e que estão ligados a outros conjuntos de dados externos e que por sua vez estão ligados a partir de conjuntos de dados externos.

Conforme Samwald et al. (2011), o principal objetivo do movimento de dados ligados é fazer com a Web não seja apenas útil para compartilhamento e interligação de documentos, mas também compartilhe e interligue dados nos mais variados níveis de detalhes.

Bizer et al. (2009) citam que o exemplo mais visível da adoção de aplicação dos princípios de dados ligados é o projeto Linked Open Data (LOD), que tem por objetivo promover a noção de Web dos Dados pela identificação de conjunto de dados existentes que estão disponíveis livre de licenças, convertendo-os para RDF de acordo com os princípios de Dados Ligados e publicando-os na Web. Berners-Lee (2010) definiu um esquema com ranking de 05 estrelas para incentivar os fornecedores de dados a disponibilizar dados ligados livres de licenças. Esse esquema usa cinco estrelas de ouro para avaliar se os dados ligados foram disponibilizados como LOD, conforme descrito abaixo:

- Uma estrela: Dados disponíveis na Web em qualquer formato, seja em PDF ou imagem digitalizada, mas livres de licença;
- Duas Estrelas: Dados disponibilizados de forma estruturada, legíveis para máquinas, por exemplo, excel ao invés de uma tabela digitalizada;
- Três Estrelas: Dados disponíveis em formato não proprietário, por exemplo, CSV ao invés de excel;
- Quatro Estrelas: Todos os descritos acima somados a utilização de padrões de dados abertos do W3C, por exemplo, RDF e SPARQL, para identificar coisas e propriedades, para que as pessoas possam apontar para outros dados;
- Cinco Estrelas: Todos os descritos acima acrescidos de dados ligados aos dados de outras pessoas para possibilitar contexto.

Berners-Lee (2006) especificou um conjunto de regras para publicação de dados na Web de maneira que todos os dados publicados se tornem parte de um espaço de dados global, que são:

1. Usar URIs como nomes para coisas;
2. Usar URIs HTTP para que as pessoas possam encontrar esses nomes;
3. Quando alguém procurar uma URI, fornecer informações uteis, usando os padrões (RDF, SPARQL);
4. Incluir links para outras URIs, de maneira que eles possam descobrir mais coisas.

2.6 Cuidados Ubíquos

Conforme Feltes e Barbosa (2014), a computação ubíqua está permitindo o surgimento de oportunidades em diversas áreas, dentre elas a medicina, levando ao conceito de *U-Health*.

Existem pesquisas na área da saúde com aplicação de computação ubíqua para prontuário ubíquo Genitsaridi et al. (2013), prevenção de choque anafilático Hernandez, Wooley e Baber (2008), suporte a decisão sobre tratamento médico Peleg et al. (2013) e auxílio em fisioterapia com técnicas da tradicional medicina chinesa Hu et al. (2013).

Segundo Gelogo e Kim (2013), cuidado ubíquo é uma tecnologia atual que aumenta a eficiência, exatidão e disponibilidade em tratamentos médicos. Os autores citam que o objetivo de *U-Healthcare* é fornecer serviço de saúde conveniente, tanto para profissionais da saúde como para usuários, de maneira a tornar fácil o diagnóstico do estado de saúde do usuário.

Assim, encerramos a abordagem dos principais conceitos sobre as tecnologias a serem utilizadas para o desenvolvimento do modelo ubíquo.

2.7 Alergia Alimentar

Após o estudo de características sobre cuidados ubíquos, descritas nas seções anteriores, nessa seção serão mostrados conceitos e informações da área de alergia alimentar, que será objeto deste trabalho.

De acordo com Ferreira e Seidman (2007), alergia alimentar (AA) é definida como uma resposta imunológica adversa aos alergênicos alimentares, que atinge até 6-8% das crianças jovens e 3-4% dos adultos.

Conforme Guandalini e Newland (2011), reações alimentares são extremamente comuns e geralmente são atribuídas a alergias. Os autores citam também que reações

alimentares podem ser classificadas como imune mediada ou não-imune mediada. Citam ainda que reações imune mediada podem ser subdivididas em reações mediadas por imunoglobulina E (IgE) ou não (não-IgE). E por último os autores informam que reações não-imune mediadas abrangem distúrbios de digestão e de absorção, sendo classificadas também como intolerância alimentar.

Segundo Silva et al. (2008), as reações mediadas por IgE decorrem da sensibilização a alergênicos alimentares com formação de anticorpos específicos da classe IgE e que os exemplos de manifestações mais comuns são: reações cutâneas (dermatite atópica, urticária, angioedema), gastrointestinais (edema e prurido nos lábios, língua ou palato, vômitos e diarreia), respiratória (asma, rinite) e reações sistêmicas (anafilaxia com hipertensão e choque). Os autores citam ainda que as reações não medidas por IgE (não-IgE), compreendem reações citotóxicas, reações por imunocomplexos e finalmente aquelas envolvendo a hipersensibilidade mediada por células.

De acordo com Pereira et al. (2008), os alergênicos alimentares mais comuns responsáveis por até 90% de todas as reações alérgicas são as proteínas do leite de vaca, ovo, amendoim, trigo, soja, peixe, frutos do mar e nozes.

Silva et al. (2008) define que alergênicos alimentares são na sua maior parte representados por glicoproteínas hidrossolúveis com peso molecular entre 10 e 70 kDa, termoestáveis e resistentes à ação de ácidos e proteases, capazes de estimular resposta imunológica humoral (IgE).

Conforme Pereira et al. (2008), ainda não existe um remédio específico para prevenir AA e uma vez diagnosticada, devem ser utilizados medicamentos específicos para o tratamento dos sintomas, sendo de suma importância que sejam evitados novos contatos com alergênico alimentar desencadeante.

2.8 Considerações Finais

Nesse capítulo foram abordados os principais conceitos que serão utilizados na criação do modelo proposto nesse trabalho. Foi feita uma breve descrição do conceito de computação ubíqua, abordou-se ciência de contexto que é uma técnica muito utilizada em computação ubíqua. Particularmente, o conceito de ciência de contexto foi expandido para uma abordagem de ciência de situação que será empregada no modelo proposto. Além disso, os conceitos de ontologia e web semântica abordados permitirão o desenvolvimento dessa técnica. Outro tema

tratado, é o de dados ligados, uma tendência na área acadêmica e que está cada vez mais sendo utilizado na publicação de dados na Web.

Encerrada a descrição dos conceitos que serão empregados no modelo, o capítulo abordou o tema de aplicação, cuidados ubíquos. Essa área consiste na aplicação da computação ubíqua na área da saúde. Por fim descreveram-se conceitos e informações relacionadas com alergia alimentar, destacando a sua relevância aos cuidados com a saúde das pessoas.

No próximo capítulo serão apresentados os trabalhos relacionados, que visam demonstrar os modelos existentes hoje, suas características, bem como lacunas de pesquisa.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Essa seção apresenta trabalhos relacionados com o tema dessa dissertação. Foram pesquisados modelos relacionados com a área de saúde, tendo como enfoque alergia alimentar. Todos os artigos escolhidos aplicam alguma forma de computação móvel. Entretanto, não foram encontrados trabalhos com a aplicação de computação ubíqua para auxiliar usuários que sofrem de alergia alimentar. Foram identificados trabalhos com as seguintes características:

- Acesso ao sistema pelo usuário através de dispositivos móveis ou PCs;
- Sugestão de alimentos utilizando como contexto o perfil do usuário;
- Sugestão de alimentos utilizando como contexto a localização do usuário.

A seguir serão descritos os trabalhos relacionados, seguido de uma análise comparativa. Na sequência são apresentadas as principais bases alergênicas disponíveis para uso do modelo proposto. Por fim são resumidas as principais oportunidades de pesquisa.

3.1 Shoku-ping3

Os autores Iizuka e Okawada (2012) propuseram um sistema de apoio à seleção de menu de alimentação, chamado *Shoku-ping*. Em artigos anteriores desenvolveram versões do sistema que formatava a navegação dos usuários a fim de indicar onde seriam encontradas comidas que atendessem os requisitos deles. O sistema também respondia e dava informações de quais alimentos podem ser comidos ou não.

Os autores decidiram focar em pacientes com alergia alimentar, pessoas que estão tomando medicamentos e pessoas que estão fazendo diálise, propondo o modelo Shoku-ping3. Esse modelo permite a seleção de menu de alimentação considerando a interação alimento-remédio combinados do ponto de vista alimentar, atendendo aos seguintes requisitos:

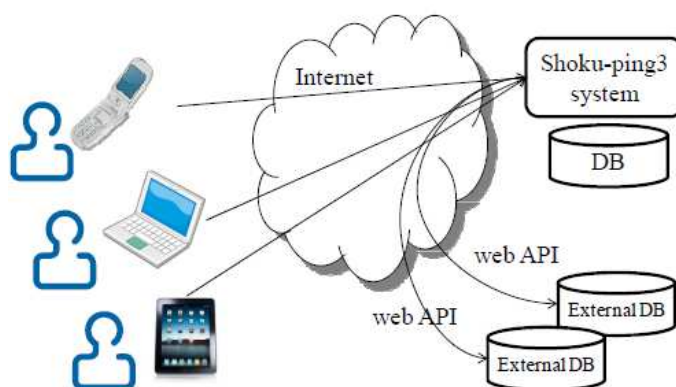
- Capaz de pesquisar o alimento pelo ingrediente, menu do alimento ou produto alimentar;
- Capaz de questionar se o usuário pode comer a refeição que lhes é servida;
- Capaz de permitir que os usuários possam utilizá-lo através de dispositivos móveis além de PCs;

- Capaz de encontrar um lugar onde o usuário possa comprar ou comer o que ele tenha pesquisado. Tendo a função de localização de preferência;
- Capaz de dar suporte aos usuários com diferentes estilos de vida.

Uma visão geral do *Shoku-ping3* é mostrada na Figura 3. O modelo é baseado na Web, permitindo o acesso pelos usuários através de PCs ou dispositivos móveis. O modelo possibilita que o usuário encontre uma loja, para a compra de alimentos, ou um restaurante, sendo desejável o uso da função de localização automática para isso.

As principais funções do *Shoku-ping3* são a entrada e manutenção do Perfil e o suporte ao planejamento / seleção do menu de alimentação. As fontes de dados para interação alimento-medicamento combinados são o “Banco de Dados para Integração Alimento-Remédio” de *Josai University* (2014) e as informações de ingredientes de alimentos através do “Banco de Dados de Composição Alimentar” de *Ministry of Education Culture Sports Science & Technology in Japan* (2014). Além dessas funções o sistema oferece a função da participação de especialista.

Figura 3 – Visão Geral do Sistema



Fonte: (IIZUKA; OKAWADA, 2012).

Os usuários são classificados em usuários pessoais e grupos de usuários (família, escola, jardim de infância, hospital, etc...). O *Shoku-ping3* utiliza um banco de externo através de API Web para registrar as informações de perfis.

O *Shoku-ping3* permite dois processos de pesquisas, sendo um levando em consideração as restrições alimentares (combinação alimento-remédio, monofagia, religião, limitação por dieta ou alergia alimentar) e outro levando em consideração onde o pesquisador

pode comer ou não, conforme a refeição servida nesse lugar, ou a utilização de alimentos armazenados em casa.

Por fim, o modelo oferece ainda a participação de especialistas que podem analisar tendências que os usuários com frequência pesquisam.

3.2 PMR(Personalized Mobile Restaurant System)

O PMR Daraghmi e Yuan (2013), chamado de Sistema de Restaurante Móvel Personalizado, tem o objetivo de apresentar um sistema personalizado que além de fornecer fatores como preço e localização, permite atender necessidades especiais tais como religiões, culturas, alergias, condições de saúde, dieta, preferências e aversões.

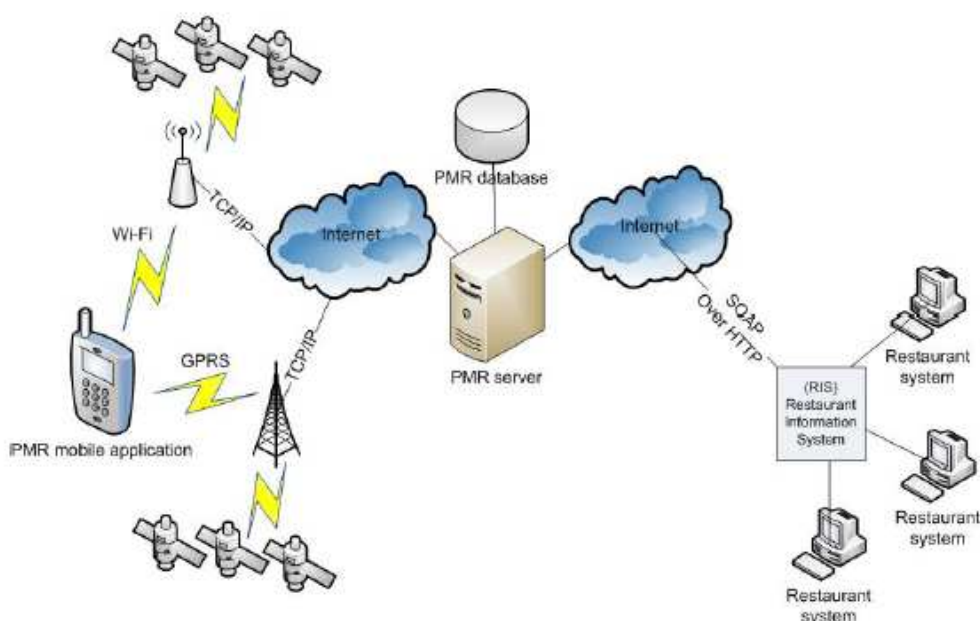
O PMR foi criado para trabalhar em tempo real e possui três componentes principais para fornecer diversos serviços customizados. O modelo emprega a localização do usuário como informação de contexto. Além disso, é disponibilizada uma interface via *Web Service* para acesso às funcionalidades propostas. Para localização de restaurantes adequados baseados na combinação de necessidades especiais, preço e localização, o modelo utiliza a função de GPS de celulares com Androide.

O PMR apresenta as seguintes características:

- Tem arquitetura distribuída para atender as restrições geofísicas e de localização dos clientes e dos restaurantes;
- É escalável, projetado para usar componentes reutilizáveis e estendíveis e arquitetura heterogênea usando componentes de prateleira;
- Fornece serviços como negócios e realocações para usuários finais como fornecedores de serviços para clientes e restaurantes, o que exige que o acesso a informações pessoais seja seguro e através de autenticação;
- O gerenciamento dos dados é disposto em multi-camadas para possibilitar a integridade e confiabilidade dos dados, incluindo a mineração de dados para análise e pesquisas futuras;
- O modelo faz análise em tempo real dos dados para detectar condições anormais e notificar automaticamente o servidor PMR;
- Os componentes permitem serviços de configuração remota, para permitir que o sistema seja modificado ou atualizado pelo prestador de serviço.

Para permitir as características listadas anteriormente, os autores projetaram o PMR composto de três principais unidades funcionais conforme mostra a Figura 4. As unidades são: Servidor PMR, Aplicação Móvel PMR e Componente Web Service para prover conectividade com o Sistema de Informação do Restaurante (RIS).

Figura 4 – Visão abstrata da arquitetura do sistema PMR



Fonte: (DARAGHMI; YUAN, 2013).

Os autores dividiram o sistema PMR em três Domínios, cada um com seus atores e funções inerentes, conforme abaixo:

- **Domínio do Servidor PMR:** engloba quatro atores que são:
 - **Administrador:** permite adicionar/excluir usuário/restaurante/serviços, configurar usuários, visualizar o perfil de usuário/restaurante e de *login/logout*;
 - **RIS:** permite adicionar/excluir serviços, enviar requisições/receber respostas e de *login/logout*;
 - **Aplicação Móvel PMR:** permite registro, autenticação, tradução, editar perfil do usuário e enviar requisições/receber respostas;
 - **Restaurante:** permite adicionar/excluir serviços, enviar requisições/receber respostas e *login/logout*.

- **Domínio da Aplicação Móvel PMR:** contempla dois atores:
 - **Usuário PMR:** permite *login/logout*, registrar, editar/visualizar perfil, enviar requisições/receber respostas e utilizar serviços fornecidos pela aplicação PMR;
 - **Servidor PMR:** permite enviar requisições/receber respostas.
- **Domínio RIS:** contempla dois atores:
 - **Restaurante(prestador de serviço):** permite *login/logout*, adicionar serviço, adicionar/excluir evento, registrar, visualizar/editar perfil de restaurante e configuração de restaurante;
 - **Servidor PMR:** permite enviar requisições/receber respostas.

O sistema proposto é formado pelos componentes Servidor PMR, Aplicação Móvel PMR e Sistema de Informação do Restaurante (RIS). No **Servidor PMR** a arquitetura é formada pelas camadas de Apresentação, do Meio e da Base de Dados. A Camada de Apresentação ou Cliente envolve todas as ações do usuário, todas as informações necessárias e personaliza os resultados de acordo com as necessidades dos usuários, a Camada do meio ou Lógica é considerada o cérebro da arquitetura do servidor PMR e que contém as classes Java dos serviços e a camada Base de Dados é responsável pelo armazenamento, recuperação, atualização e integridade dos dados de e para a camada do meio. O segundo componente do modelo proposto é a **Aplicação Móvel PMR**, que contém vários serviços que permitem ao usuário interagir com o Servidor PMR facilmente, como “pedido de refeição”, “encontre um restaurante adequado”, “envie meu perfil”, “analise minha refeição”, “recomendação para perfil gêmeo” e “reserve um lugar”. O último componente do sistema é o **Sistema de Informação do Restaurante (RIS)**, que possui uma arquitetura formada pelos elementos “Prestador de serviço Web RIS”, que permite ao restaurante criar novos serviços, adicionar anúncios e promoções, o “Registro de Serviço Web RIS”, que permite que qualquer restaurante do mundo a utilizar e registrar no sistema PMR e o “Solicitante do Serviço Web RIS”, que é o responsável pelo envio / recebimento de pedidos do servidor PMR.

3.3 Daily Monitoring of the Diet and Support (DMDS): Design of Software to Support Families with Food-Allergic and Food-Intolerant Children

Os autores Henricksen e Viller (2012) projetaram um modelo de diário alimentar para dar apoio ao atendimento de crianças com reações alimentares adversas não-IgE. Mais especificamente a pesquisa se preocupou com o projeto de software para apoiar famílias com crianças com alergia alimentar e intolerância alimentar, com particular destaque nas necessidades destas com evolução lenta, hipersensibilidade a alimentos não-IgE, as quais são geralmente as mais difíceis de entender e diagnosticar.

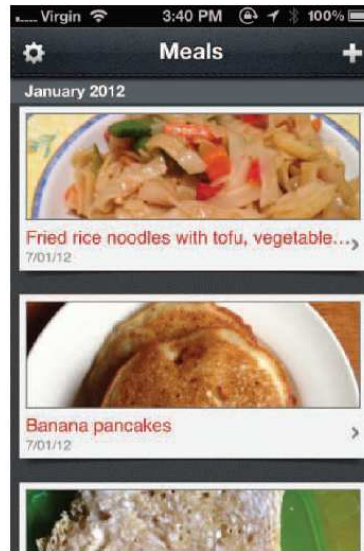
Primeiramente, foi aplicado um questionário *on-line* com pais e médicos na Austrália para levantar dados demográficos, desafios percebidos, níveis de estresse e níveis atuais de uso de tecnologias por famílias com crianças com alergia e intolerância alimentar.

O objetivo do projeto foi medir o apoio clínico com software móvel e com software baseado na Web, projetado com os seguintes objetivos combinados:

- Registro de ingestão de alimento e sintomas, particularmente em relação aos desafios alimentares orais de indicação médica;
- Fornecer mecanismos de compartilhamento para suporte social e troca de informações, tais como comentários de restaurantes e receitas.

O estudo conduzido pelos autores teve como objetivo comparar os níveis de conformidade entre um aplicativo móvel e diários baseados em papéis e identificar os fatores que afetam positivamente ou negativamente a comparação, tendo sido utilizado o aplicativo *Evernote Food*, onde é possível armazenar fotos acompanhadas de título, notas sobre a refeição, identificadores e uma localização opcional. As refeições entradas são organizadas em uma linha do tempo baseada no registro no aplicativo, conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5 – Visão de linha do tempo da refeição no Evernote Food



Fonte: (HENRICKSEN; VILLER, 2012)

Os autores fizeram uma experiência de sete dias em com dois grupos, um utilizando o *Evernote Food* para registrar todas as suas refeições e outro grupo mantendo um diário em papel. Foi constatada uma série de desafios no uso diário do *Evernote Food* tais como esquecimento, incompatibilidade com rotinas existentes no trabalho e com familiares e questões sociais em relação ao uso do aplicativo em locais públicos. O grupo de diários em papel fizeram em média mais registros que os que utilizaram o aplicativo. Porém o grupo de diários em papel teve maior desistência que o grupo que utilizou o aplicativo. Os resultados foram compatíveis com pesquisas publicadas em relação às baixas taxas de conformidade do diário alimentar.

As dificuldades apontadas pelo grupo que utilizou o aplicativo para registrar todas as refeições foram esquecer o telefone ou sem bateria, muito ocupado ou preocupado, utilizando o tempo da refeição como evento social e baixa motivação. E o grupo que utilizou diário em papel apontaram as mesmas justificativas do outro grupo como esquecimento, esquecer de levar o diário, muito ocupado ou preocupado e baixa motivação.

Também não houve grande interesse de compartilhar as entradas do *Evernote Food* em redes sociais com seus amigos. Porém os participantes indicaram que estariam dispostos a compartilhar com um grupo especial onde o compartilhamento fosse algo recíproco. Apesar da falta de interesse dos participantes no compartilhamento, os autores pretendem investigar os tipos de compartilhamentos que seriam mais interessantes, tais como experiências do uso de antialérgicos durante as refeições e de receitas com familiares que tem alergênicos similares ou restrições alimentares.

3.4 Food Tracker: A Mobile Food Recommendation System Based on The Traffic Light Diet

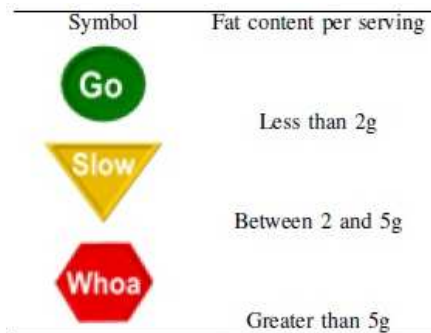
O *Food Tracker* Johnson, Vergara e Doll (2014) tem por objetivo disponibilizar acesso a usuários através de dispositivos móveis a menus de restaurantes, informações nutricionais de itens de alimentação e dicas para alimentação saudável.

O modelo é composto por uma base de dados contendo todas as informações a serem apresentadas, aplicação móvel para usuários e interface Web para nutricionistas e administradores.

O Servidor Web disponibiliza uma base de dados de alimentos com informações dos restaurantes, categorias de alimentos (Hambúrgueres, Pizza, Salada, Sobremesas, etc...) e itens de alimentos com suas informações nutricionais. Essa base de dados pode ser acessada tanto pelos usuários através da app móvel quanto por nutricionistas e administradores de sistemas. Para aumentar a disponibilidade do sistema, foram criados dois servidores *Web Tomcat Apache* separados para lidar com diferentes tipos de requisições dos usuários.

O Sistema conta também com um componente chamado “*Parser* de Menu Automatizado”, que permite buscar automaticamente nos sites de restaurantes *fast food*, as informações de menus, permitindo que a base de dados do modelo seja populada com esses dados. Foi implementado um site incluindo informações nutricionais para muitos restaurantes, incluindo calorias, total de gordura, gordura saturada, dieta de fibras, proteínas, carboidrato e sódio.

O terceiro componente da arquitetura do modelo apresentado é o aplicativo chamado *Foodtracker* foi desenvolvido para a plataforma Android. Ele utiliza o *Traffic Light Diet*, conforme mostrado na Figura 6, como base para o sistema de recomendação de ingestão de alimento. O uso de sinalização gráfica facilita a associação de cores para sinalizar a classificação do alimento quanto a ser saudável ou não. O aplicativo apresenta menus de restaurantes e as informações nutricionais deles. Quando o usuário inicia o aplicativo, ele pode escolher ver os menus pela categoria de alimentos ou pela localização. Há uma opção para que seja informada uma lista com restaurantes localizados a menos de 500 metros do usuário. Foi utilizada a API do *Google Maps* para rastrear os restaurantes. O usuário também pode encontrar um restaurante pelo nome.

Figura 6 – Traffic Light Diet

Fonte: (JOHNSON; VERGARA; DOLL, 2014).

Na próxima seção é feita uma comparação entre as características dos trabalhos relacionados, sendo definido o que cada item significa.

3.5 Comparação de Trabalhos Relacionados

A comparação entre os trabalhos relacionados está sintetizada no Quadro 2, que descreve as principais características dos mesmos.

Quadro 2 – Características Trabalhos Relacionados

Classificação	Característica	Shoku-ping	PMR	DMDS	Foodtracker
Contexto	Localização	x	✓	x	✓
Contexto	Perfil	✓	✓	x	x
Contexto	Análise Nutricional Alimento	x	✓	x	✓
Recomendação	Sugestão de Restaurante	x	✓	x	✓
Recomendação	Sugestão de Prato	x	✓	x	x
Recomendação	Criação de Prato	x	✓	x	x
Interação	Análise Consumo (Rest./Casa)	✓	x	x	x
Interação	Compartilhamento Informações	x	x	✓	x
Interação	Acesso pela Web	✓	✓	✓	✓
Interação	Acesso por Dispositivos Móveis	✓	✓	✓	✓
Interação	Configuração Remota	x	✓	x	x
Interação	Pedido de Refeição	x	✓	x	x
Fontes de dados	Ligado base de dados de Alergias	✓	x	x	x
Segurança	Autenticação	✓	✓	x	✓
Funcionalidade/Serviço	Pesquisa Menu (Por Perfil)	✓	x	x	x
Funcionalidade/Serviço	Pesquisa Loja/Rest. (Cfe. Menu)	✓	x	x	x
Funcionalidade/Serviço	Personalização Refeição	x	✓	x	x
Funcionalidade/Serviço	Tradutor	x	✓	x	x
Funcionalidade/Serviço	Reserva Lugar em Restaurante	x	✓	x	x

Fonte: Elaborado pelo autor.

Segue descrição detalhada das características desses trabalhos:

- **Contexto:** descreve os tipos de contextos encontrados nos trabalhos que são:
 - **Localização:** Utiliza as informações de coordenadas geográficas adquiridas através da função de GPS do dispositivo móvel;
 - **Perfil:** Os sistemas utilizam o perfil do usuário para customizar as informações sobre alimentos, levando em consideração as suas restrições alimentares;
 - **Análise Nutricional dos Alimentos:** É utilizado para alertar o usuário sobre a quantidade calórica dos alimentos;
- **Recomendação:** descreve os tipos de recomendações dos trabalhos, sensíveis ao contexto:
 - **Sugestão de Restaurante/Prato:** Os sistemas sugerem restaurantes conforme contextos de perfil e localização e prato conforme perfil do usuário;
 - **Criação de Prato:** O sistema cria um prato utilizando as informações de perfil do usuário, utilizando apenas ingredientes que não possuam alergênicos;
- **Interação:** descreve os tipos de interações entre usuários e os sistemas;
 - **Verificação se o alimento pode ser consumido:** O sistema verifica se algum alimento informado pelo usuário a partir de um restaurante ou conforme a dispensa do usuário pode ser consumida;
 - **Compartilhamento de Informações:** O sistema possibilita a troca de informações como comentários e sugestões de receitas;
 - **Acesso pela Web/Dispositivos Móveis:** Os sistemas foram projetados para acesso Web e através de dispositivos móveis;
 - **Configuração Remota:** Modificação do sistema de maneira remota;
 - **Pedidos de Refeição:** Realização de pedido após a escolha do usuário sobre um restaurante adequado;
- **Fontes de Dados:** o sistema faz a pesquisa em base de dados contendo ingredientes alergênicos;
- **Segurança:** descreve a característica de segurança dos sistemas;

- **Autenticação:** Somente autoriza o acesso do usuário ao sistema após a autenticação do mesmo;
- **Funcionalidade/Serviço:** descreve as funções disponibilizadas pelos sistemas;
- **Tipos de funcionalidades:** Sistemas disponibilizam funções em que os usuários podem ter a iniciativa de pesquisas, customização de pesquisas, reserva de restaurantes ou utilizar o suporte para traduções em países estrangeiros.

Todos os trabalhos estudados utilizam contextos nos seus modelos, porém apenas um utiliza localização e perfil. A característica recomendação é utilizada em dois dos trabalhos relacionados, tendo como enfoque as restrições alimentares dos usuários. Apenas um dos trabalhos utiliza base de dados de alergias, porém levando em consideração a interação alimento-remédio, combinados do ponto de vista alimentar. Todos os trabalhos utilizam em seus modelos o acesso por dispositivos móveis.

Na próxima seção será apresentado o resultado de um *survey* a respeito de base de dados de alergênicos, que deu subsídios para a escolha da base de dados a ser utilizada no modelo proposto.

3.6 Base de Dados Alergênicos

Após estudar os trabalhos relacionados, foi realizado um *survey* das principais bases de dados de alergênicos que estão disponíveis para possível utilização pelo modelo proposto.

O site oficial da Organização Mundial da Saúde (OMS)² e do Subcomitê de Nomenclaturas Alergênicas, lista todos os alergênicos e isoformas que são reconhecidos e atualizado em uma base de dados regular (KING; HOFFMAN; LOWENSTEIN, 1994).

A União Internacional de Sociedades de Imunologia ou *International Union of Immunological Societies (IUIS)* é uma organização “guarda-chuva” para muitas das sociedades de imunologia regionais e nacionais em todo o mundo, e seus objetivos são organizar a cooperação internacional na área de imunologia e promover a comunicação entre os vários ramos da imunologia e disciplinas afins, para incentivar dentro de cada território cientificamente independente, cooperação entre as sociedades que representam os interesses de imunologia, e contribuir para o avanço da imunologia em todos os seus aspectos.

² <http://www.allergen.org>

O IUIS é responsável pela manutenção da base de dados de alergênicos mundial, pela análise e aprovação de novos alergênicos, e pela nomenclatura das proteínas alergênicas. A regra de nomenclatura consiste da concatenação das três primeiras letras do nome do gênero da fonte alergênica, com a primeira letra da espécie da fonte alergênica e com um número decimal que identifica a ordem em que proteína dessa fonte alergênica foi identificada. Por exemplo, o alergênico do leite de vaca referente à proteína betalactoglobulina foi registrado pelo IUIS com o nome “Bos d 5”, que levou em consideração o nome do gênero da vaca “Bos Domesticus” e da espécie em inglês “Domestic Cattle” além do número 5 (ARRUDA et al., 2013).

Conforme Chapman et al. (2007), alergênicos pertencem a famílias de proteínas com diversas funções biológicas que podem ser resumidas como segue:

- **Alergênicos Indoor:** enzimas (especialmente de proteases), proteínas de ligação ou lipocalinas, albuminas, tropomiosinas e proteínas de ligação de cálcio;
- **Alergênicos de Polen:** proteínas relacionadas a patogênese;
- **Alergênicos Alimentares de Animais e Plantas:** proteínas de transferência de lipídios, proteínas de armazenagem de sementes e tropomiosinas.

Além da base de dados do IUIS, existem outras bases de dados alergênicas geradas por instituições acadêmicas, organizações de pesquisa e grupos patrocinados pela indústria. O esquemático da maioria das bases de dados é similar, concentrando-se basicamente no nome do alergênico, espécies que ocorrem e proteína associada, conforme Quadro 3, juntamente com os seus links para GenBank³ e SwissProt⁴, através do seu número de acesso. SwissProt fornece um índice organizado de sequências de alergênicos, contendo os nomes dos alergênicos, números de acessos e links para as entradas do SwissProt. GenBank é o principal repositório de sequência genética, contendo aproximadamente 164 milhões de registros de sequência de gene e aproximadamente 110 milhões de entradas de sequência de genoma.

³ <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>

⁴ <http://www.uniprot.org/>

Quadro 3 – Comparativo conteúdo Bases de Dados Alergênicos

Campos	Allergen Online	Allergome	InformAll	All ALLERGY	IUIS
Espécie	✓	X	x	x	✓
Nome Comum	✓	✓	✓	X	✓
Nome Científico	X	X	✓	X	✓
Alergênico	✓	X	X	✓	✓
Tipo	✓	✓	X	X	X
Grupo	✓	X	X	X	X
Comprimento	✓	X	X	X	X
GI(Nº Id Sequencia)	✓	X	X	X	X
Peso Molecular	X	X	X	X	✓
Data da Entrada	X	X	X	X	✓
Data da Modificação	X	✓	X	X	✓
Ocorrência	X	X	✓	X	X
Informações	X	X	✓	✓	X
Reações Imune	X	X	X	✓	X
Reações Não-Imune	X	X	X	✓	X
Ocupacional	X	X	X	✓	X
Reação Cruzada	X	X	X	✓	X
Fonte	X	✓	X	X	X
Código	X	✓	X	X	X

Fonte: Elaborado pelo autor.

Abaixo temos uma breve descrição dos campos do resultado de uma pesquisa no IUIS:

- **Espécie:** Indica a utilização da informação de localização geográfica do usuário para verificação se o local é um restaurante conhecido ou não;
- **Nome Científico e Nome Comum:** Identificam a fonte do alergênico;
- **Alergênico:** Nome do Alergênico conforme nomenclatura do IUIS;
- **Peso Molecular:** Peso Molecular do alergênico com a unidade de medida kDA;
- **Data da Entrada:** A data de quando a proteína foi descoberta;
- **Data da Modificação:** A data da última alteração.

3.7 Lacunas Identificadas e Oportunidades de Pesquisa

A partir dos estudos relacionados, pode-se observar que os trabalhos considerados utilizam algum tipo de contexto, seja de localização ou de perfil do usuário. Porém nenhum deles utilizou características de computação ubíqua em seus modelos como outros tipos de

contexto (tempo e atividade), adaptação, ciência de situação e ontologias, sendo consideradas características lacunas a serem exploradas. Os contextos de tempo e atividade poderiam ser utilizados para inferir o horário das refeições do usuário ou consultar a agenda do usuário para sugerir um restaurante que sirva alimentos livres de alergênicos. A característica adaptação pode sugerir alimentos conforme a estação do ano ou região onde o usuário pode estar visitando como turista ou a trabalho.

Assim, a proposta do modelo *Allergy Detector* será de utilização da técnica de ciência de situação, que através de integração com base de dados de alergias, consultas a informações de pratos/ingredientes dos restaurantes através da Web ou do registro dessas pelo usuário, e utilização de ontologia, localização e perfil do usuário, permitirá inferir o risco de ingestão de alimentos com os oito ingredientes alergênicos (soja, ovo, leite, trigo, peixe, crustáceo, amêndoas oriundas de árvores e amendoim), responsáveis por mais de 90% dos casos de alergia alimentar.

No Quadro 4 são apresentadas as características que serão fornecidas pelo modelo Allergy Detector, conforme dados a seguir:

Quadro 4 – Características do modelo proposto Allergy Detector

Classificação	Característica	Allergy Detector
Contexto	Localização	✓
Contexto	Perfil	✓
Contexto	Informação de Proteínas dos Alimentos Alergênicos	✓
Situação	Situações de Risco	✓
Recomendação	Indicação de Prato Livre de Alergênico	✓
Interação	Acesso por Dispositivos Móveis	✓
Fontes de dados	Ligado à base de dados de Alergias	✓

Fonte: Elaborado pelo autor.

Contexto de Localização: Indica a utilização da informação de localização geográfica do usuário para verificação se o local é um restaurante conhecido ou não;

Contexto de Perfil: Indica a utilização das informações sobre alimentos alergênicos ao usuário;

Contexto de Informação de Proteínas dos Alimentos Alergênicos: Indica que toda vez que for constatado que um prato possui ingredientes alergênicos, o sistema listará as proteínas que formam esse ingrediente;

Contexto de Ciência de Situação: Indica a utilização de Ciência de Situação para inferir, a partir dos contextos de localização, de perfil e de conectividade de dados, se o usuário está em um local que apresente risco de ingerir um dos oito ingredientes alergênicos;

Recomendação Indicação de Prato Livre de Alergênico: Indica que será informado o prato que não contenha nenhum ingrediente alergênico, caso exista algum prato livre de alergênicos;

Interação Acesso Por Dispositivos Móveis: Indica que o suporte será fornecido a usuários que disponham de dispositivos móveis que utilizam Android;

Fonte de Dados Ligado à base de dados de Alergias: Indica que serão utilizadas as informações de proteínas de alergênicos que constam na base de dados da International Union of Immunological Societies (IUIS), que é a base de dados oficial da OMS.

Os capítulos anteriores deram subsídios para a especificação do modelo. No capítulo 2 foram estudados os principais conceitos, importantes para o desenho do modelo e o capítulo 3 mostrou o estado da arte e possibilitou o levantamento das lacunas a serem exploradas. No final foi feita uma comparação entre os trabalhos relacionados e projetadas as características do modelo proposto. No próximo capítulo será apresentado o modelo com as decisões de projeto, arquitetura, tecnologias a serem utilizadas e descrição dos componentes da arquitetura proposta.

4 ALLERGY DETECTOR: UM MODELO UBÍQUO DE DETECÇÃO DE RISCOS DE ALERGIA

Neste capítulo é apresentado o *Allergy Detector*, que é um modelo ubíquo de detecção de riscos de alergia. Serão descritas as decisões do projeto, será apresentada a arquitetura do *Allergy Detector*, será descrito através de um diagrama como se configura a utilização de ciência de situação, será apresentada a ontologia criada no domínio de alergia alimentar, será descrito como os dados dos restaurantes são coletados e serão explicadas as bases de dados.

4.1 Decisões de Projeto

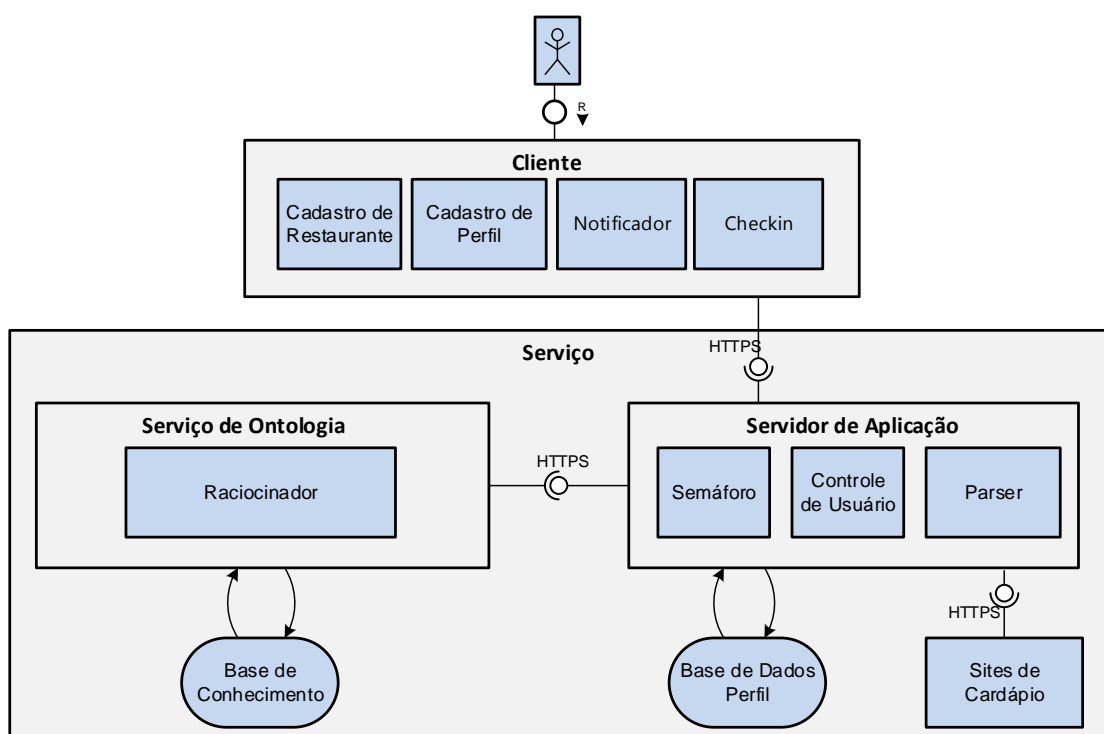
Para o desenvolvimento do projeto do *Allergy Detector* foram feitas as seguintes decisões de projeto:

- Disponibilizar o aplicativo somente para smartphones com sistema Android;
- Contemplar parte dos usuários que sofrem de alergia alimentar, ficando restrito às oito principais fontes alergênicas;
- Detectar riscos de alergia alimentar em três grandes redes de fast-food, que fornecem as listas de ingredientes dos seus pratos;
- Permitir integração dos dados dessas redes através da recuperação de dados anotados semanticamente com sintaxe RDFa, utilizando como vocabulário schema.org;
- Restringir o cadastro das alergias através “check-box”, para evitar erros de digitação;
- Permitir ao usuário a alteração das alergias cadastradas;
- Utilizar a técnica de ciência de situação baseado no modelo de Endsley;
- Criar uma ontologia no domínio de alergia alimentar com os nomes dos restaurantes, nomes dos sanduíches, ingredientes desses sanduíches e classificação dos ingredientes como pertencendo aos oito alergênicos ou derivados deles;
- Armazenar os dados de perfil e autenticação em uma base de dados separada da ontologia.

4.2 Arquitetura do Modelo

O *Allergy Detector* apresenta arquitetura baseada em serviço. A escolha por esse tipo de arquitetura visa possibilitar escalabilidade e melhorar a interoperabilidade entre componentes. Os componentes principais se comunicam através de requisições HTTPS. Uma visão geral da arquitetura, conforme Figura 7, foi criada baseada no padrão *SAP – TAM* (*Technical Architecture Modelling*) (SAP, 2007).

Figura 7 – Arquitetura Allergy Detector



Fonte: Elaborado pelo autor.

No lado **Cliente** é executado um aplicativo *mobile* encarregado de disponibilizar uma interface gráfica amigável ao usuário final. Fica sob sua responsabilidade prover funcionalidades de cadastro inicial, login e posteriormente, *check in* em restaurantes para averiguar a presença de pratos alergênicos ao usuário.

O componente **Cadastro Restaurante** é responsável pela entrada manual da URL de um restaurante, na primeira vez que um usuário estiver em um determinado restaurante. Essas informações são armazenadas na **Base de Conhecimento** através de requisições HTTPS.

O componente **Cadastro de Perfil** é responsável pelo cadastro das seguintes informações: login, senha, alergias e contato de emergência. Todas as informações são

enviadas para o módulo *Servidor de Aplicação* através de requisições HTTPS, e esse armazena as informações na *Base de Dados Ferfil*.

O componente *Notificador* é responsável por apresentar na tela do dispositivo móvel as alergias do usuário, apresentar os pratos com alergênicos e suas proteínas e notificar o usuário se o local é um “Local Seguro”, “Local Incerto” ou “Local Inseguro”.

O componente chamado de *Check In* é responsável pela obtenção das coordenadas geográficas atuais do usuário, através da *API geolocation*, presente no conjunto de bibliotecas englobadas pelo HTML5, pela identificação do nome do restaurante através da *API do Google Maps* e pelo envio do nome do restaurante e do username para o *Servidor de Aplicação* através de requisições HTTPS.

No lado *Serviço* estão os módulos *Servidor de Aplicação*, *Serviço de Ontologia*, *Base de Conhecimento*, *Base de Dados Perfil* e *Sites de Cardápio*.

O módulo *Servidor de Aplicação* é responsável pelo controle de dados do usuário, manutenção de alergias/perfil do usuário, validação de alergênicos e inferência dos status do usuário e, por conseguinte da classificação de risco. Ele é composto pelos componentes *Semáforo*, *Controle de Usuário* e *Parser*.

Semáforo é o componente responsável pela classificação do local e de envio de notificação ao usuário das informações de “Local Seguro”, “Local Incerto” ou “Local Inseguro” e dos pratos que contém ingredientes alergênicos ao usuário e quais são as proteínas associadas aos mesmos.

Controle de Usuário é o componente responsável pela autenticação do usuário e cadastro de suas alergias. As informações serão mantidas na *Base de Dados Perfil*.

Parser é o componente acionado toda a vez que o restaurante informado pelo usuário não for encontrado no componente *Base de Conhecimento*. Nesse caso é requisitado ao usuário que informe um endereço web no qual encontram-se os dados de cardápio do restaurante. A partir deste endereço, é feita uma consulta para obter os dados RDFa da página e que sejam efetuadas consultas dos valores dos atributos para obter-se os dados referentes aos pratos do estabelecimento. Caso as informações sejam obtidas com sucesso, os pratos e ingredientes são armazenados na *Base de Conhecimento*.

O módulo *Serviço de Ontologia* é formado pelo componente *Raciocinador*.

Raciocinador é o componente responsável pelas consultas na *Base de Conhecimento* dos pratos servidos pelo restaurante e que contenham ingredientes que sejam alergênicos ao

usuário, inferindo os oito principais ingredientes alergênicos ou seus derivados e quais são as proteínas associadas a esses ingredientes.

Também temos os módulos de armazenamento que são *Base de Conhecimento*, *Base de Dados Perfil* e *Sites de Cardápio*.

Base de Conhecimento armazena toda a ontologia do Allergy Detector contendo as informações dos nomes dos restaurantes, pratos do restaurante, ingredientes, oito principais alergênicos e proteínas dos oito principais alergênicos. A partir da Base de Conhecimento, é possível inferir se os ingredientes dos pratos servidos pelos restaurantes possuem os oito principais alergênicos ou se derivam dos oito principais alergênicos e quais são as proteínas que estão presentes nesses oito principais alergênicos.

Base de Dados Perfil armazena os usernames, senhas e alergias dos usuários.

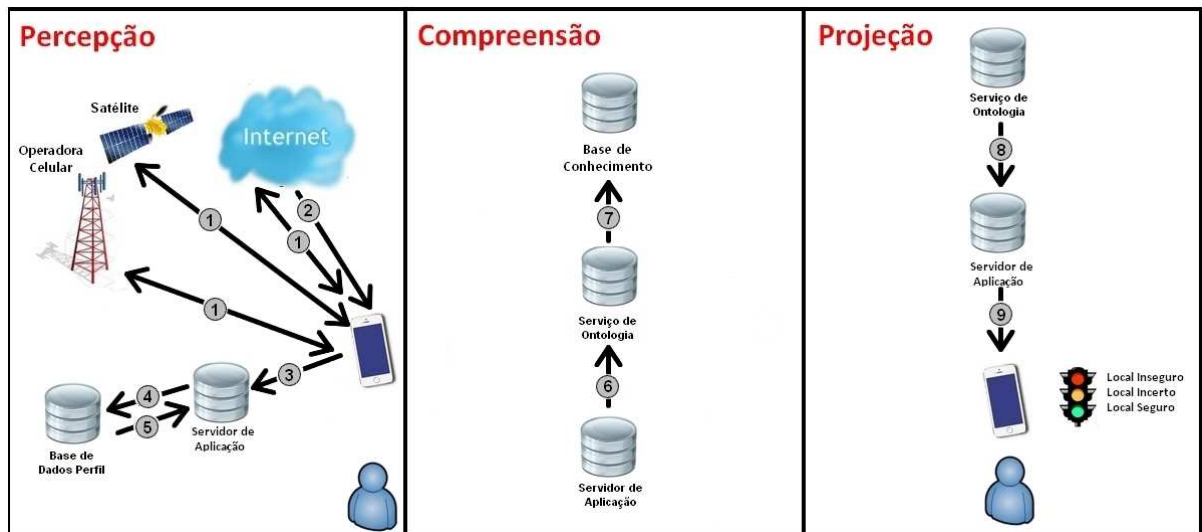
Sites de Cardápio representa as informações de pratos e ingredientes armazenadas nos sites da Web. É através dos sites que é executada a busca das informações utilizando os valores da anotação semântica RDFa feita pelo *Servidor de Aplicação*.

A arquitetura especificada visa que o modelo ubíquo possa utilizar ciência de situação na detecção de riscos de alergia. Na próxima seção será demonstrado como a técnica de ciência de situação é aplicada.

4.2.1 Ciência de Situação

A técnica de ciência de situação envolve praticamente todos os componentes do modelo. Baseado no modelo de Endsley, ela utiliza três níveis para conseguir detectar as situações de risco. No primeiro nível são coletados os dados relevantes que são as informações do nome e dos pratos/ingredientes do restaurante (contexto de localização), as informações de alergias do usuário (contexto de perfil) e as informações dos oito principais alergênicos e suas proteínas. No segundo nível é feito o processamento dos dados coletados e trata das inferências, permitidas pela ontologia no domínio de alergia alimentar, e das informações de contextos de perfil e localização. E finalmente no último nível, é feita a inferência do risco de ingestão dos oito principais alergênicos ou de seus derivados. Na Figura 8 é apresentado um diagrama com os três níveis do Allergy Detector que configuram a utilização de ciência de situação. A Figura 8 ilustra nove passos que representam a execução sequencial do processo de detecção de alergia baseado em ciência de situação. A seguir, são detalhados cada um dos passos envolvidos no processo:

Figura 8 – Diagrama Arquitetura Ciência de Situação



Fonte: Elaborado pelo autor.

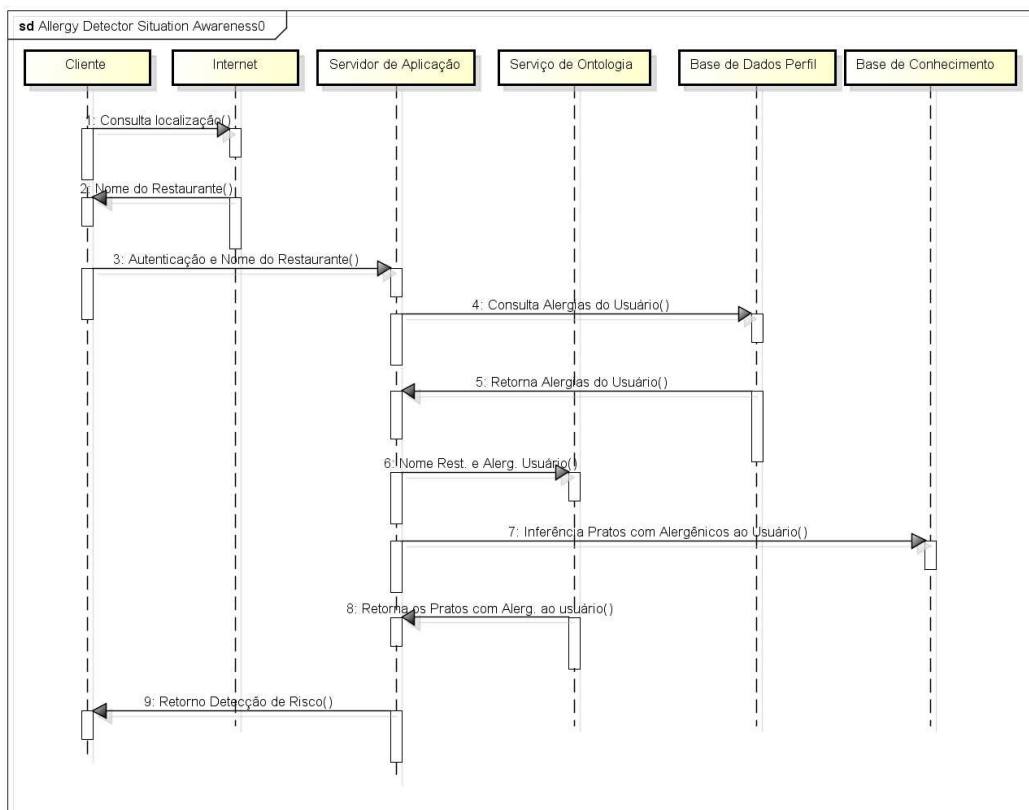
- **Passo 1 - Contexto de Localização:** O módulo Checkin coleta as informações de localização através da internet, triangulação de torres de telefonia celular ou do GPS;
- **Passo 2 – Contexto de Localização - Identificação Restaurante:** O módulo Checkin identifica o nome do restaurante através de consulta a API do Google Maps utilizando as informações de localização identificadas no passo anterior;
- **Passo 3 – Contexto de Localização/Perfil - Envio Informações Servidor de Aplicação:** O módulo Checkin envia os dados de autenticação do usuário e o nome do restaurante para o servidor de aplicação;
- **Passo 4 – Contexto de Perfil - Consulta Alergias:** A partir da validação das credenciais do usuário, informadas no passo 3, o servidor de aplicação consulta na base de dados de perfil as alergias desse usuário;
- **Passo 5 – Contexto Perfil - Retorna Alergias:** A base de dados retorna as informações de alergias do usuário para o servidor de aplicação;
- **Passo 6 – Contextos Perfil/localização e Base de Conhecimento - Envio de Informações Serviço de Ontologia:** O servidor de aplicação informa ao serviço de ontologia o nome do restaurante e a lista de alergias do usuário.
- **Passo 7 - Correlação de Contextos - Inferência Pratos com Alergênicos ao Usuário:** O serviço de ontologia consulta a base de conhecimento em busca dos pratos servidos pelo restaurante que contenham ingredientes que sejam alergênicos ao usuário, inferindo seus derivados dos oito principais

ingredientes alergênicos, ou de seus derivados e quais são as proteínas associadas a esses ingredientes e da URL do restaurante em questão;

- **Passo 8 – Inferência - Envio de Informações Servidor de Aplicação:** O serviço de ontologia informa ao servidor de aplicação os dados retornados da consulta feita no passo 7;
- **Passo 9 – Inferência – Retorno Detecção de Risco de Alergia:** Por último, caso o servidor de aplicação constate que foram retornados no passo 8 informações de pratos, ingredientes e URL, inferirá que o restaurante em que o usuário realizou Checkin é um “Local Inseguro” e apresentará para o usuário quais pratos contém ingredientes alergênicos ao usuário e quais são as proteínas associadas aos mesmos. Caso o passo 8 não retorne nenhum valor, inferirá que é um “Local Incerto” e caso retorne apenas a URL, inferirá que é um “Local Seguro”.

O diagrama de sequência da Figura 9 apresenta a comunicação entre os componentes do modelo, conforme os 9 passos descritos anteriormente, para a aplicação de ciência de situação no modelo Allergy Detector.

Figura 9 – Diagrama de Sequência Ciência de Situação



powered by Astah

A partir da análise do diagrama anterior, mostrou-se que com a utilização dos contextos de perfil e de localização somados à correlação desses dois contextos, foi possível realizar as inferências necessárias. O contexto de localização permitiu que o modelo identificasse o restaurante onde o usuário está realizando o checkin. Já o contexto de perfil resgata as informações sobre as alergias do usuário. E por fim a correlação permite identificar se existem pratos com alergênicos à saúde do usuário. Essa correlação só é possível graças à ontologia criada, que armazena todas as informações sobre os pratos e ingredientes desses pratos do restaurante identificado, bem como as informações das proteínas alergênicas contidas nos oito principais alergênicos.

Na seção seguinte será descrito como foi criada essa ontologia e suas classes/subclasses, propriedades de objetos e propriedades de dados.

4.2.2 Ontologia Proposta

Para possibilitar a inferência de risco proposta pelo modelo, optou-se pela utilização de ontologia. Como não foi encontrada nenhuma ontologia de alergia alimentar adequada para a proposta em questão, conforme pesquisas realizadas na ferramenta WebProtègè⁵ e na base de dados PUBMED⁶, optou-se pela criação de uma nova ontologia. Essa ontologia foi criada utilizando o processo denominado *Ontology Development 101* (NOY; MCGUINNESS, 2001), utilizando a ferramenta Protègè e a linguagem OWL para instanciação da ontologia na Web. Na Figura 10 estão representadas as fases para criação da Ontologia.

As questões de competências a serem respondidas pela ontologia *Allergy Detector* são:

- Qual a classificação do nível de risco oferecido pelo local ao usuário, conforme sua localização geográfica?
- Quais pratos oferecidos pelo local apresentam ingredientes alergênicos ao usuário, conforme seu perfil?
- Quais pratos oferecidos pelo local apresentam derivados dos ingredientes alergênicos ao usuário, conforme seu perfil?

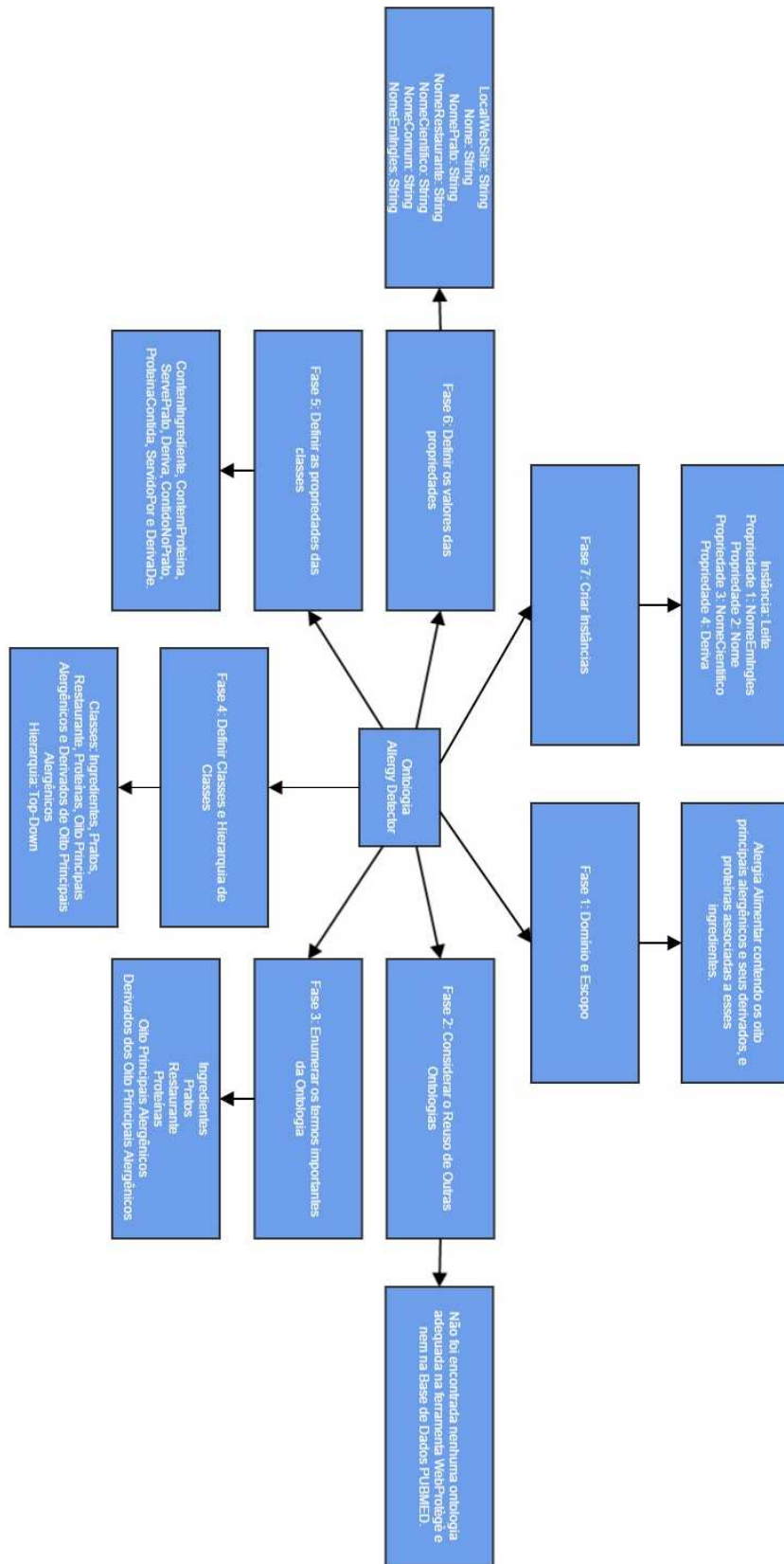
Na Figura 11 é mostrada a ontologia proposta, chamada Allergy Detector. As classes da ontologia proposta são:

⁵ <http://webprotege.stanford.edu/#List:coll=Home;>

⁶ <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed;>

- **Restaurante:** Classe que representa todos os restaurantes que conterão seus dados de pratos e ingredientes cadastrados. Se relaciona diretamente com a classe “Pratos_Restaurante” por meio da propriedade de objeto “ServePrato”;
- **Pratos_Restaurante:** Classe que representa pratos de restaurantes que contém seus ingredientes cadastrados. Se relaciona diretamente com a classe “Restaurante” por meio da propriedade de objeto “ServePrato” e com a classe “Derivados_Dos_Oito_Principais_Alergenicos” por meio da propriedade de objeto “ContemIngrediente”;
- **Ingredientes:** Classe que representa todos os ingredientes presentes nos pratos dos restaurantes cadastrados;

Figura 10 – Fases da Ontologia Allergy Detector



Fonte: Adaptado pelo autor de (BREITMAN, 2005).

- **Proteínas:** Classe que representa todas as proteínas dos oito principais alergênicos. Se relaciona diretamente com a classe “Oito_Principais_Alergenicos” por meio da propriedade de objeto “ProteinaContida”;
- **Oito_Principais_Alergenicos:** Subclasse da classe Ingredientes que representa os oito principais ingredientes (soja, ovo, leite, trigo, peixe, crustáceo, amêndoas oriundas de árvores e amendoim) que são responsáveis por mais de 90% dos casos de alergias alimentares. Se relaciona diretamente com a classe “Proteinas” por meio da propriedade de objeto “ProteinaContida” e com a classe “Derivados_Dos_Oito_Principais_Alergenicos” por meio da propriedade de objeto “DerivaDe”;
- **Oito_Principais_Alergenicos:** Subclasse da classe Ingredientes que representa os oito principais ingredientes (soja, ovo, leite, trigo, peixe, crustáceo, amêndoas oriundas de árvores e amendoim) que são responsáveis por mais de 90% dos casos de alergias alimentares. Se relaciona diretamente com a classe “Proteinas” por meio da propriedade de objeto “ProteinaContida” e com a classe “Derivados_Dos_Oito_Principais_Alergenicos” por meio da propriedade de objeto “DerivaDe”;
- **Derivados_Dos_Oito_Principais_Alergenicos:** Subclasse da classe Ingredientes que representa os derivados dos oito principais ingredientes alergênicos. Contempla os derivados de soja, ovo, leite (queijo, maionese, creme de leite), trigo (pão, embutidos, caldo de carne), peixe, crustáceo (camarão, lagosta, siri e caranguejo), amêndoas oriundas de árvores (castanha, nozes, amendoa e avelas) e amendoim. Se relaciona diretamente com a classe “Oito_Principais_Alergenicos” por meio da propriedade de objeto “DerivaDe” e com a classe “Pratos_Restaurante” por meio da propriedade de objeto “ContemIngrediente”.

Foram criadas para todas as classes e subclasses citadas anteriormente a propriedade de dado “Nome”. Para as classes “Proteinas” e “Oito_Principais_Alergenicos” foram criadas as propriedades de dados adicionais “Nome Comum” e “Nome Científico”. Para a classe “Restaurante” foi criada a propriedade de dado adicional “NomeRestaurante”. E para a classe “Pratos_Restaurante” foi criada a propriedade de dado adicional “NomePrato”.

Figura 11 – Ontologia Allergy Detector



Fonte: Elaborado pelo autor.

As informações de quais pratos o restaurante serve e quais ingredientes são utilizados nesses pratos, são adquiridas de forma automática, com uma frequência definida, através de parsing.

Na próxima seção será explicado de que maneira o parser será utilizado no modelo.

4.2.3 Parser

Para obter as informações de pratos e ingredientes da página web de um restaurante, optou-se pela utilização de parsing, através da recuperação de dados anotados semanticamente com sintaxe RDFa (Resource Description in attributes) utilizando como vocabulário schema.org.

Conforme Pohorec et al. (2013), a sintaxe RDFa foi projetada com a intenção de representar grafos RDF na linguagem de marcação XHTML. Cita ainda que todos os vocabulários utilizados em RDF podem ser utilizados em RDFa.

Conforme W3C⁷, RDFa é uma técnica que fornece um conjunto de atributos de marcação que aumentam a visibilidade das informações na Web para serem lidas por máquinas. Os atributos do RDFa são: about (URI), rel/rev (relação e relação reversa), src/href/resource (modelo do recurso), property (propriedade para um conteúdo), content (conteúdo), datatype (tipo de dado do texto específico) e typeof (tipo de RDF do sujeito).

Segundo Meusel et al. (2013), os maiores motores de busca na Web como Bing, Google, Yahoo, juntaram forças para criar um vocabulário comum para marcação mais

⁷ <http://www.w3.org/TR/rdfa-syntax/>

complexa, chamado de vocabulário schema.org, que permite descrições complexas dos tipos de objetos mais comuns que aparecem em páginas da Web (vídeos, pesquisas, receitas, endereços, perfis profissionais, descrições de produtos, etc...).

O vocabulário schema.org descreve uma variedade tipos de itens, cada um possuindo seu próprio conjunto de propriedades que podem ser utilizadas para descrever o item. O tipo de item mais abrangente é o *Thing*, que possui quatro propriedades: *name*, *description*, *url* e *image*. Tipos de itens mais específicos compartilham as propriedades de tipos mais abrangentes. Nesse trabalho utilizaremos o tipo de item *Restaurant* que está relacionado da seguinte forma a outros tipos de itens mais abrangentes: “*Thing* → *Organization* → *LocalBusiness* → *FoodEstablishment* → *FastFoodRestaurant*”.

Na Figura 12 é apresentado um exemplo de código de linguagem de marcação com anotação semântica RDFa utilizando vocabulário schema.org, que apresenta as informações de um restaurante, utilizando o *typeof* “*Restaurant*” e *property* “*url*” / “*openingHours*” / “*serveCuisine*” e “*menu*”. Adicionou-se a *property* “*contemIngrediente*”, que não existe no vocabulário schema.org, mas que seria útil para que os restaurantes informassem os ingredientes dos pratos servidos. E na Figura 13 foram representados os itens do schema em um formato adicional.

Como os dados são armazenados em formato RDFa, será utilizado a linguagem de consulta SPARQL para recuperação dos dados. Conforme Miranda et al. (2011), fontes de dados *Linked Data* geralmente fornecem um SPARQL endpoint, que é um serviço Web com suporte ao protocolo SPARQL.

Decidiu-se utilizar o Fuseki, que é um SPARQL Endpoint disponibilizado pelo Jena. Após a recuperação dos dados, os mesmos são armazenados na ontologia através de código em Linguagem Java usando a segunda versão da API Jena, chamada de API Jena 2 Ontology (GONÇALVES; BRITO, 2004).

Como citado anteriormente, decidiu-se separar os dados de perfil e autenticação do usuário da ontologia criada. Assim, o modelo prevê a utilização de três bases de dados, que são a Base de Conhecimento, a Base de Dados de Perfil e a Base de Dados Sites de Cardápio. Essas três bases de dados serão apresentadas na próxima seção.

Figura 12 – Anotação Semântica RDFa com vocabulário SCHEMA.ORG

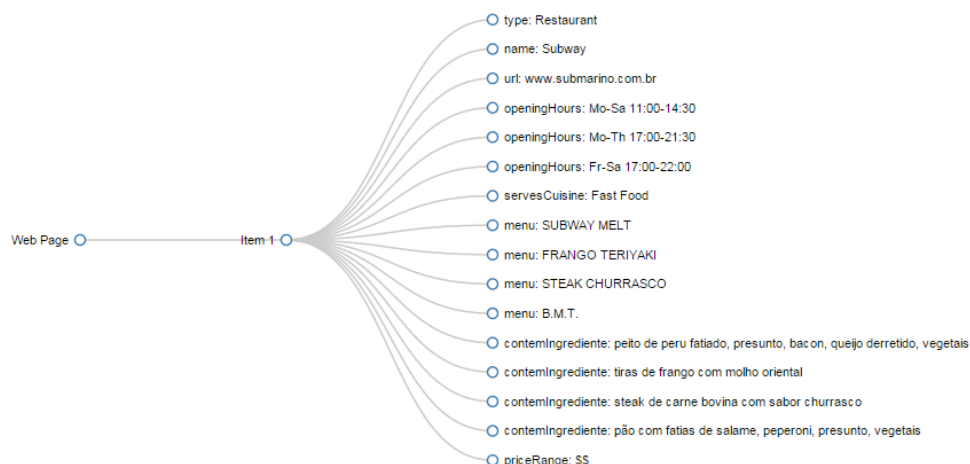
```

1 <div vocab="http://schema.org/" typeof="Restaurant">
2   <span property="name">Subway</span>
3   <a property="url" href="http://www.submarino.com.br">www.submarino.com.br</a>
4   Hours:
5   <meta property="openingHours" content="Mo-Sa 11:00-14:30">Mon-Sat 11am - 2:30pm
6   <meta property="openingHours" content="Mo-Th 17:00-21:30">Mon-Thu 5pm - 9:30pm
7   <meta property="openingHours" content="Fr-Sa 17:00-22:00">Fri-Sat 5pm - 10:00pm
8   Categories:
9   <span property="servesCuisine">
10    Fast Food
11  </span>
12  <span property="menu">
13    SUBWAY MELT
14  </span>,
15  <span property="menu">
16    FRANGO TERIYAKI
17  </span>,
18  <span property="menu">
19    STEAK CHURRASCO
20  </span>,
21  <span property="menu">
22    B.M.T.
23  </span>
24  <span property="contemIngrediente">
25    peito de peru fatiado, presunto, bacon, queijo derretido, vegetais
26  </span>
27  <span property="contemIngrediente">
28    tiras de frango com molho oriental
29  </span>,
30  <span property="contemIngrediente">
31    steak de carne bovina com sabor churrasco
32  </span>,
33  <span property="contemIngrediente">
34    pão com fatias de salame, peperoni, presunto, vegetais
35  </span>
36  Price Range: <span property="priceRange">$$</span>
37  Takes Reservations: Yes
38 </div>

```

Fonte: Adaptado de <http://schema.org/FoodEstablishment>.

Figura 13 – Visualização Anotação Semântica RDFa com vocabulário SCHEMA.ORG



Fonte: <http://rdfa.info/play/>.

4.2.4 Base de Dados

Existem três bases de dados que são fundamentais para o funcionamento do modelo. Duas delas são gerenciadas pelo serviço e a terceira encontra-se em site da Web, conforme abaixo:

- **Base de Conhecimento:** Disponibiliza as informações como serviço. Contém as informações dos restaurantes como nome, endereço Web, pratos e ingredientes e das proteínas relacionadas aos oito principais alergênicos de forma estruturada em um arquivo OWL. Conforme descrito na Seção Parser, as informações referentes aos restaurantes são obtidas automaticamente através de parsing, a partir dos valores de anotação semântica RDFa dos menus dos sites dos restaurantes. Já as informações de proteínas dos oito principais alergênicos, serão obtidas através de consulta manual no site do IUIS, pois essas informações não são disponibilizadas de forma estruturada. Essa base permite as inferências que auxiliam no nível de processamento das informações;
- **Base de Dados Perfil:** Também disponibiliza as informações como serviço. É a base de dados onde estão armazenadas as informações de perfil do usuário como login, senha e ingredientes que causam alergia nos usuários. Essas informações são mantidas pelo usuário através da interação de módulos no lado cliente e do Servidor de aplicação no lado servidor. Essa base fornece dados para o primeiro nível do modelo de ciência de situação;

- **Base de Dados Sites de Cardápio:** As informações referentes a pratos e ingredientes não são armazenadas em um servidor de banco de dados, mas sim são disponibilizadas pelos restaurantes através de seus sites. Como as informações são disponibilizadas de forma não estruturada, isso demandará que o Servidor de Aplicação, através da análise sintática (*parsing*), obtenha tais valores de anotação semântica RDFa e que essas informações sejam armazenadas na Base de Dados de Conhecimento.

5 IMPLEMENTAÇÃO

Nesta seção será apresentado o projeto de implementação do protótipo. São mostradas as ferramentas que foram utilizadas para construção do protótipo. Foi utilizado para essa implementação o processo de Engenharia de Software Rational Unified Process (RUP) (POLLICE, 2002). No Quadro 5 são mostradas as fases do RUP empregada com os respectivos artefatos e ferramentas.

Quadro 5 – Fases do RUP

Fase	Descrição	Artefatos	Ferramentas
Concepção	Levantamento de Requisitos	Diagrama de Funcionamento	Gliffy.com e PhotoFiltre 7.
Elaboração	Documentação e Análise do Sistema	Diagrama da Arquitetura do Sistema	Powerpoint e Visio 2013.
Construção	Desenvolvimento do Protótipo	Ontologia, Cliente Allergy Detector for Android e Servidor	Protège 4.0, Ionic(Apache Cordova), Apache Jena, Sublime e Eclipse.
Transição	Disponibilização do Software	Instalação do Servidor de Aplicação e do Serviço de Ontologia nas PaaSs, da Base de Dados de perfil no DaaS, da Base de Conhecimento no PaaS e Instalação em smartphone Android	Apache Cordova, Openshift, mongoDB, Mongolab, GitHub e Amazon EC2.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As fases do RUP são descritas conforme abaixo:

- **Concepção:** é a fase de levantamento de requisitos. Nessa fase as atividades essenciais são formular o escopo do projeto, criar um plano de projeto inicial, sintetizar a arquitetura candidata e preparar o ambiente de projeto;
- **Elaboração:** é a fase de documentação e análise do sistema. Verifica-se se a visão geral do produto está estável e se o plano de projeto é confiável;
- **Construção:** é a fase de desenvolvimento do protótipo. Inicia-se o desenvolvimento dos códigos da aplicação dos testes;
- **Transição:** é a fase de disponibilização do software. O foco é ter certeza de que o software está operacional para ser utilizado pelos usuários finais.

Após a finalização das duas primeiras fases, teve-se a definição de quais tecnologias seriam utilizadas na construção do protótipo. Para representar quais foram as tecnologias e

como as mesmas se interrelacionam, foi criado um Diagrama das Tecnologias empregadas para construção do protótipo do modelo Allergy Detector apresentado na Figura 14.

Como descrito anteriormente a arquitetura é baseada em “Serviço”. Conforme Papazoglou (2008), arquitetura orientada a serviço (SOA) é uma solução lógica para o projeto de software com o objetivo de prover serviços tanto para usuários finais quanto para outros serviços distribuídos em uma rede. A comunicação entre ambos os lados está através de requisições HTTP.

Figura 14 – Tecnologias Empregadas no Protótipo do Allergy Detector



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na sequência será feita uma breve descrição dos lados cliente e serviço no que tange às tecnologias utilizadas na construção do protótipo.

5.1 Cliente Allergy Detector

O protótipo no lado Cliente é um aplicativo híbrido desenvolvido no framework chamado Ionic⁸, utilizando a linguagem de programação JavaScript, a linguagem de marcação HTML e a linguagem de estilos CSS.

Escolheu-se o Ionic por ser um framework, construído em cima do AngularJS, gratuito e open source, que possui componentes HTML, CSS e JavaScript otimizados para dispositivo móvel para desenvolvimento de aplicativos móveis híbridos. O que também foi preponderante para a escolha do Ionic é que ele oferece uma máxima abstração, não exigindo um grande conhecimento nas linguagens citadas anteriormente para desenvolvimento do aplicativo.

⁸ <http://ionicframework.com/>

Para criar o ambiente de desenvolvimento do aplicativo foram necessários os seguintes passos:

- Instalar os componentes NodeJS⁹ e NPM¹⁰;
- Instalar o Ionic e Cordova¹¹ utilizando o gerenciador de pacotes NPM;
- Criar o projeto com o gerador blank do componente Ionic CLI;
- Adicionar a plataforma Android.

Foi utilizado como ferramenta IDE de desenvolvimento o Sublime Text 2.

Para validação dos campos obrigatórios referentes às funcionalidades de autenticação e cadastro de alergias ou URL do restaurante foram utilizadas diretivas do AngularJS¹² para averiguar o preenchimento de todos os campos obrigatórios. Essas informações serão enviadas para o NodeJS através de requisição HTTP.

Para obtenção da informação do nome do restaurante onde o usuário se encontra foi utilizada a API de geolocation presente no conjunto de bibliotecas englobadas pelo HTML5 somada a uma requisição à API de consulta do sistema do Google Maps.

Como dito anteriormente decidiu-se desenvolver o aplicativo nesse primeiro momento apenas para o sistema operacional Android. Também decidiu-se que não seria implementado a apresentação de semáforo, pois já existem muitas informações a serem apresentadas na tela do dispositivo móvel. Na Figura 15 são apresentadas as telas do protótipo. O aplicativo provê funcionalidades de cadastro inicial, login, manutenção das alergias e checkin.

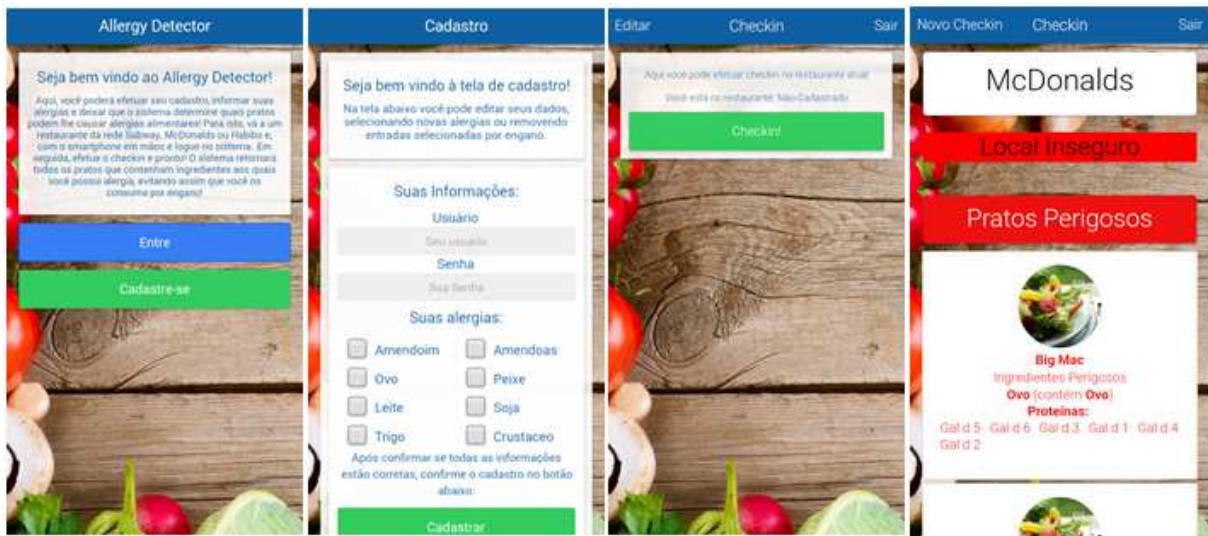
⁹ <https://nodejs.org/>

¹⁰ <https://www.npmjs.com/>

¹¹ <http://cordova.apache.org/>

¹² <https://angularjs.org/>

Figura 15 – Telas Capturadas do Aplicativo



Fonte: Elaborado pelo autor.

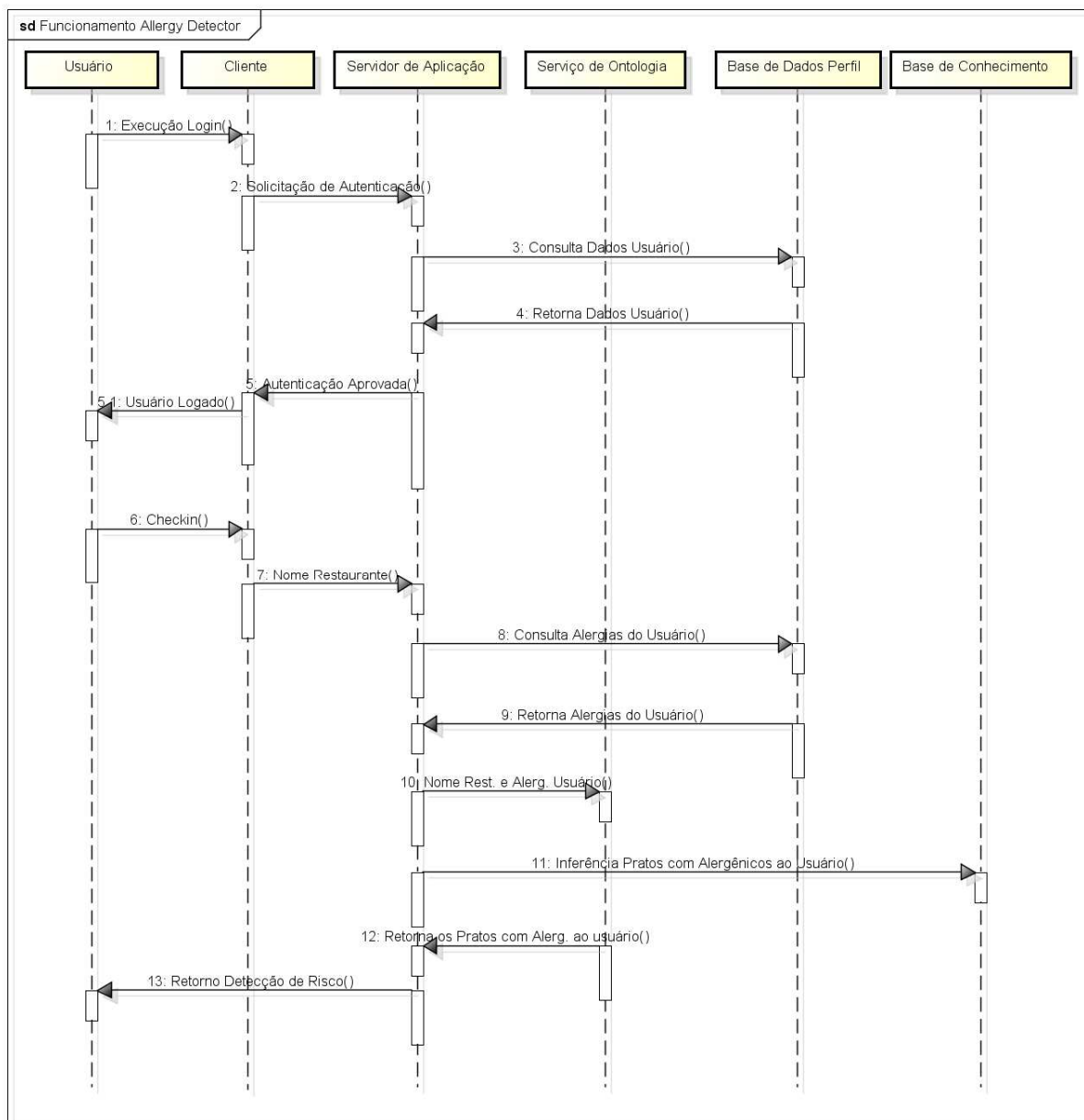
O aplicativo exige o mínimo de interação com o usuário. Uma vez cadastradas as alergias, o usuário precisará apenas acessar a tela de checkin. A função checkin fará a identificação do local, recuperará as informações de pratos e ingredientes servidos no restaurante em que o usuário se encontra e retornará na tela do dispositivo móvel do usuário a classificação do local quanto a risco (Local Seguro, Local Indefinido ou Local Inseguro) e no caso de um “Local Inseguro”, retornará também quais ingredientes causam alergia no usuário e as informações de proteínas alergênicas desses ingredientes.

5.2 Serviço Allergy Detector

Como o enfoque a ser dado é na utilização de ciência de situação, não se priorizou o desenvolvimento do componente Parser previsto no modelo proposto. Dessa forma convencionou-se que a base de dados de restaurantes e pratos ficará armazenada na ontologia, deixando esse componente para ser desenvolvido em trabalhos futuros.

Para demonstrar a comunicação entre os serviços do modelo, elaborou-se o diagrama de sequência apresentado na Figura 16.

Figura 16 – Diagrama de Sequência Serviço



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para desenvolvimento do módulo Servidor de Aplicação, utilizou-se a linguagem de programação JavaScript, sendo o mesmo executado no Node.js¹³. Esse módulo foi armazenado na Plataforma OpenShift¹⁴ em um nó do tipo *1 small* com 512MB de memória RAM e 1GB de *storage*, conforme Figura 17. A escolha do Node.js deveu-se pela

¹³ <https://nodejs.org/>

¹⁴ <https://www.openshift.com/>

possibilidade de utilizar JavaScript que é a mesma linguagem do lado cliente e devido a existirem diversas comunidades em todo o mundo trabalhando para popularizar o Node.js.

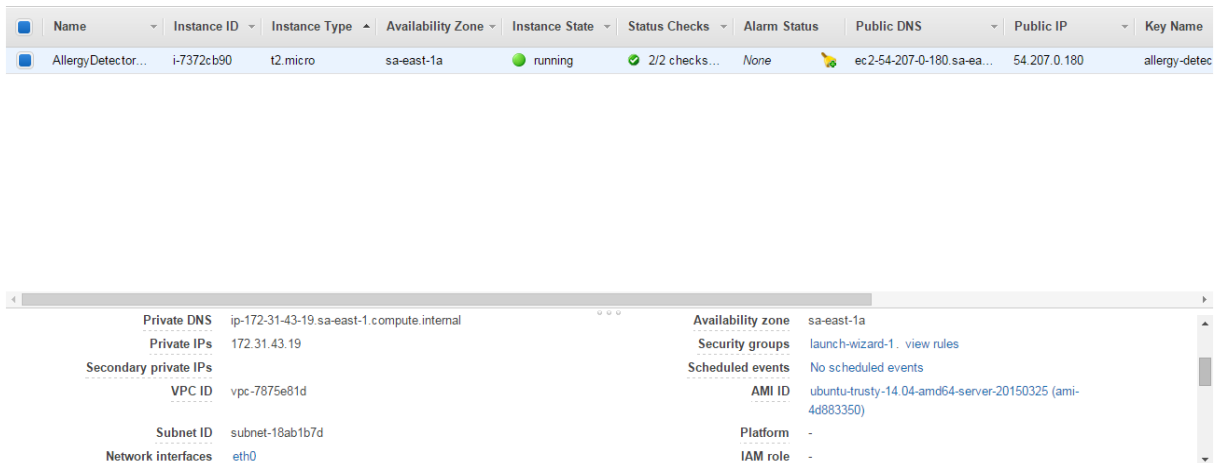
Figura 17 – Servidor de Aplicação no OpenShift



Fonte: <http://openshift.redhat.com/app/console/application/554568d24382ece3aa0001b3-allergydetectorappserver>.

Para o módulo Serviço de Ontologia foi desenvolvido um código utilizando requisições HTTP (GET/POST) da plataforma Java SE para comunicação com os demais módulos. Com a biblioteca Jena¹⁵ foi possível criar as consultas em SPARQL que recuperam os dados da ontologia de alergia alimentar armazenadas em formato OWL. Esse módulo foi armazenado na Plataforma Amazon Web Service (AWS)¹⁶ em uma instância *t2.micro* com 1GB de memória RAM e 30GB de *storage* EBS, conforme Figura 18.

Figura 18 – Serviço de Ontologia no Amazon Web Services (AWS)



Fonte: <https://sa-east-1.console.aws.amazon.com/ec2>.

¹⁵ <https://jena.apache.org>

¹⁶ <https://aws.amazon.com/pt/>

Para possibilitar o funcionamento da ciência de situação foi necessário criar uma ontologia no domínio de alergia alimentar. Utilizou a ferramenta Protégè¹⁷ na versão 4.0 para modelar a base de conhecimento. Essa base de conhecimento contém quatro classes e duas sub-classes com as informações de pratos e ingredientes dos restaurantes McDonalds¹⁸, Subway¹⁹ e Habib's²⁰, com as informações de quais ingredientes pertencem ou derivam dos oito principais alergênicos e com as informações de proteínas contidas nos oito principais alergênicos. As informações de pratos e ingredientes foram coletadas manualmente nas opções de cardápios dos sites dos restaurantes. As informações da presença dos oito principais alergênicos também foram coletadas nos sites, nas tabelas de alergênicos disponibilizadas. E as informações das proteínas alergênicas dos oito principais alergênicos foram coletadas no site do IUIS. No final da modelagem, a ontologia foi exportada para o formato OWL e armazenada no AWS. Na Figura 19 é apresentada a tela do Protégè com a instância McDonalds mostrando as object property e data property configuradas para essa instância.

Por fim, foi desenvolvida a base de dados de perfil, que armazena os dados de autenticação e perfil dos usuários no mongoDB²¹, Banco de Dados NoSQL, hospedado no MongoLab²², que é um *Database as a Service (DaaS)*. O MongoLab contém uma RestAPI fácil de utilizar e disponibiliza gratuitamente até 500MB de espaço. A escolha pelo mongoDB levou em consideração o estudo feito por Kanade et al. (2014) em que foi citado que bancos de dados NoSQL tem ganho importância nos últimos anos devido ao grande crescimento das aplicações web, que já estariam gerando grandes volumes de dados. Entre as características que são apontadas como importantes para a manipulação de dados dessa magnitude estão ser livre de esquema e permitir elasticidade e escalabilidade. Em Fotache e Cogean (2013), também são citadas essas características, dessa vez com o intuito de provar que o mongoDB, como um banco NoSQL, é mais indicado do que bancos de dados relacionais para serem utilizados em aplicativos móveis devido à necessidade de trabalhar com informações multimídia em diferentes formatos, daí a vantagem de ser livre de formatos.

¹⁷ <http://webprotege.stanford.edu/#List:coll=Home>

¹⁸ <http://mcdonalds.com.br/>

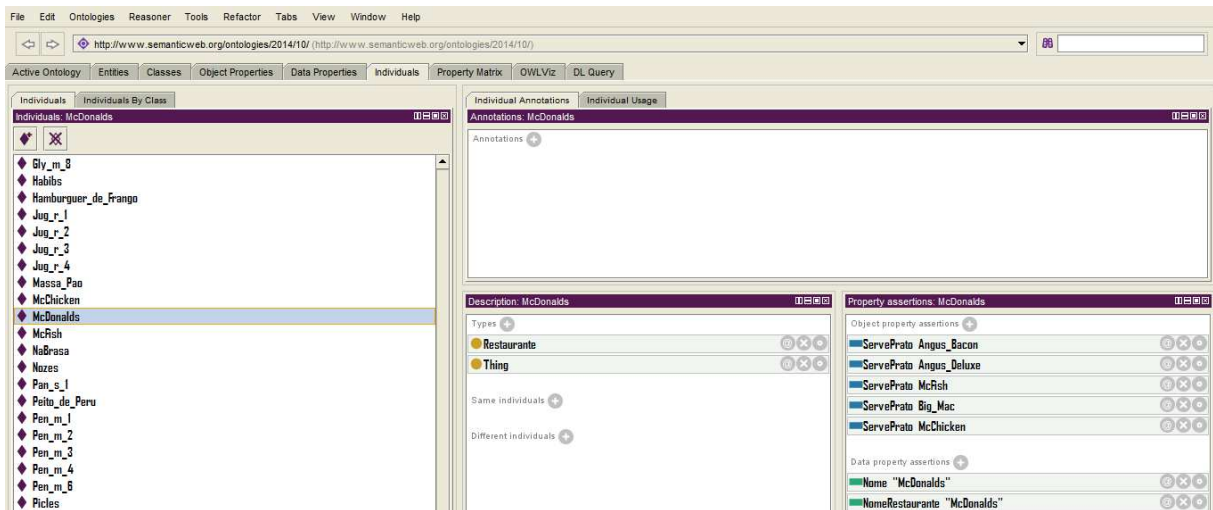
¹⁹ <https://www.subway.com.br/>

²⁰ <http://www.deliveryhabibs.com.br/>

²¹ <https://www.mongodb.org/>

²² <https://mongolab.com/>

Figura 19 – Tecnologias Empregadas no Protótipo do Allergy Detector



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 20 é mostrada a forma de armazenamento das informações no mongoDB através de documentos.

Figura 20 – Documento da Coleção de Usuários do Protótipo do Allergy Detector

```

1 {
2   "_id": {
3     "$oid": "555145aae21e49cdfba179ac"
4   },
5   "username": "nelson",
6   "password": "nelson123",
7   "allergies": [
8     "Leite",
9     "Trigo",
10    "Peixe",
11    "Soja",
12    "Crustaceo",
13    "Amendoas"
14  ],
15   "__v": 0
16 }

```

Fonte: <https://mongolab.com/databases/allergydetector/collections/users>.

6 AVALIAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção é detalhada a avaliação do modelo *Allergy Detector*. O modelo proposto foi avaliado das seguintes maneiras: a primeira avaliação foi feita através de um estudo de caso, a segunda avaliação mediu o desempenho do aplicativo e a terceira avaliação foi relativa à usabilidade do modelo.

6.1 Avaliação Por Estudo de Caso

A comunidade científica tem utilizado cenários para avaliar projetos de computação móvel, ubíqua e ciente de contexto (Satyanarayanan, 2001, Zaupa et. al., 2012). Para avaliar o modelo proposto, foi desenvolvido protótipo que realiza ciência de situação conforme Diagrama da Figura 8. A ontologia foi modelada no Protégè²³ e exportada para Base de Dados de Ontologia no formato OWL, recomendado pelo W3C²⁴. Também foi utilizada a linguagem Java e biblioteca Jena²⁵ para interação com a ontologia.

Foi utilizado o seguinte cenário para avaliação do modelo:

*David Dunn é alérgico à amendoim, assim deve evitar contato com a fonte alergênica. Ele possui o aplicativo Allergy Detector instalado em seu smartphone que fornece suporte a ele na verificação do local onde deseja realizar refeição. Em um determinado dia, David Dunn está no centro de Porto Alegre, quando decide fazer um lanche no Subway da Rua do Andradas próximo à Praça da Alfandega. Então David Dunn aciona a opção de **Checkin** do aplicativo Allergy Detector, para que seja verificado se são vendidos lanches que contenham amendoim como ingrediente. O Allergy Detector apresenta uma tarja vermelha com a descrição “Local Inseguro” na tela do smartphone do David Dunn, e mostra o nome do lanche “Peito de Frango com Molho Teriyaki”, que possui amendoim como ingrediente, e mostra ainda as proteínas do amendoim que são Ara_h_1, Ara_h_10, Ara_h_11, Ara_h_12 e Ara_h_13, conforme Figura 21a. Então David Dunn resolve ir ao McDonalds próximo do Subway, ele aciona novamente o checkin e dessa vez o Allergy Detector apresenta uma tarja verde com a descrição “Local Seguro” na tela do smartphone do David Dunn, conforme Figura 21b.*

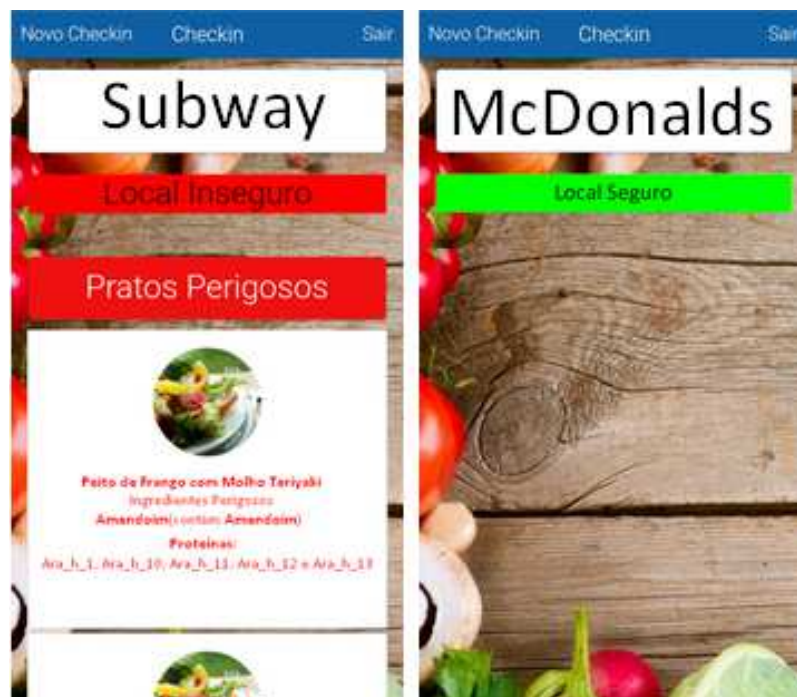
²³ <http://webprotege.stanford.edu/#List:coll=Home>

²⁴ <http://w3org/TR/owl-guide>

²⁵ <https://jena.apache.org>

O Allergy Detector foi projetado para dar suporte a usuários como David Dunn, que sofrem de alergia alimentar a um dos oito alergênicos mais comuns. O aplicativo exige o mínimo de intervenção do usuário, bastando que o mesmo mantenha atualizado as suas informações de alergias, execute *checkin* no restaurante em que se encontre e caso esse restaurante não tenha sido visitado por nenhum outro usuário ainda, é necessário informar o site onde são listados os pratos e ingredientes desse restaurante. O aplicativo alerta o usuário sobre a classificação de risco do local e informa ao usuário os nomes dos pratos contendo ingredientes alergênicos à sua saúde ou derivados desses ingredientes e as proteínas associadas aos mesmos.

Figura 21 – Tela Aplicativo com classificação local: a) Local Inseguro, b) Local Seguro



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o usuário efetuar o *login* o Allergy Detector aguarda que o usuário execute a função de *checkin*. Ao efetuar o *checkin* no restaurante no qual David Dunn se encontra, o sistema aciona a API de Geolocalização do Google Maps, obtendo as informações de localização. Com essas informações o sistema descobre o nome do restaurante através da API do Google Maps. Nesse momento, o Servidor de Aplicação recebe as informações de autenticação e do nome do restaurante. O Servidor de Aplicação por sua vez faz uma consulta com o nome do restaurante na Base de Conhecimento, para descobrir quais pratos e

ingredientes o restaurante serve, e faz outra consulta na Base de Dados de Perfil com as credenciais do usuário para descobrir os ingredientes que causam alergia ao usuário. Nessa etapa está encerrada a coleta de dados relevantes de contexto.

Na próxima etapa, os dados adquiridos são processados para criação de novas informações. A partir das informações de alergias do usuário e dos pratos e ingredientes servidos no restaurante, o sistema infere se existe ou não a presença dos oito principais ingredientes alergênicos, ou de seus derivados, que causem alergia ao usuário, e quais são as proteínas associadas a esses ingredientes. Para inferir isso, o Serviço de Ontologia executa uma consulta SPARQL²⁶ envolvendo o nome do prato, os ingredientes relacionados e as proteínas contidas nos pratos. Essa consulta é mostrada na Figura 22.

A consulta SPARQL utiliza uma cláusula “SELECT” informando todas as variáveis de interesse, incluindo “?nomePrato”, “?nomeIngrediente”, “?nomeFonteAlergênica” e “?nomeProteína”, uma cláusula “WHERE” com várias triplas como object properties “ContidoNoPrato”, “ServePrato”, “DerivaDe” e “ProteinaContida e um filtro para trazer apenas informações das fontes alergênicas do usuário. Como resultado dessa consulta, são retornados todos os pratos servidos no restaurante em questão que possuem alergênicos ao usuário e as proteínas correspondentes do(s) ingrediente(s) conforme informações retiradas da base de dados do IUIS/WHO.

Figura 22 – Consulta de Alergênicos ao Usuário Contidos nos Pratos

```
SELECT ?nomePrato ?nomeIngrediente ?nomeFonteAlergenica ?nomeProteina
WHERE {
  ?ingrediente ad:ContidoNoPrato ?prato.
  ?restaurante ad:ServePrato ?prato.
  ?restaurante ad:Nome '"+nomeRestaurante+"'.
  ?ingrediente ad:DerivaDe ?fonteAlergenica.
  ?fonteAlergenica ad:Nome '"+listaIngredientes+"'.
  ?fonteAlergenica ad:Nome ?nomeFonteAlergenica.
  ?proteina ad:ProteinaContida ?fonteAlergenica.
  ?prato ad:Nome ?nomePrato.
  ?ingrediente ad:Nome ?nomeIngrediente.
  ?oitoPrincipal ad:Nome ?nomeFonteAlergenica.
  ?proteina ad:Nome ?nomeProteina.
FILTER ( ?nomeFonteAlergenica IN ("'+listaIngredientes+'")) }
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

²⁶ <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>

Na última etapa, o servidor de aplicação busca no Serviço de Ontologia as informações inferidas na etapa anterior e com a aplicação de regras, através de código executado no servidor de aplicação, classifica o local como “Local Seguro”, “Local Incerto” ou “Local Inseguro”. Finalmente, o servidor de aplicação apresenta uma tarja descrevendo uma das três classificações do local quanto ao risco de alergia alimentar, apresentando também para o usuário, caso existam, os pratos que contém ingredientes alergênicos ao usuário e com as proteínas associadas aos mesmos, conforme mostrado na Figura 21.

O protótipo confirmou a expectativa de que a aplicação de ciência de situação, baseada no modelo de Endsley, possibilita que o modelo de forma ubíqua detecte riscos ao usuário da presença de alergênicos nos pratos servidos nos restaurantes.

6.2 Avaliação de Desempenho

Segundo Zahra et al. (2013), o desempenho em aplicativos móveis é mais crucial do que qualquer outra aplicação para desktop ou embarcada, tendo os usuários a expectativa de que o processamento em dispositivos móveis será mais rápido e mais eficiente. Os autores citam também que uma simples falha no primeiro contato com o aplicativo faz com que o usuário não volte mais a utilizá-lo.

Conforme Kim et al. (2009), desempenho refere-se ao grau no qual um sistema ou um componente completa suas funções definidas, conforme dadas restrições, como velocidade, precisão e uso de memória. Citam ainda que o desempenho pode ser medido através do tempo de resposta e vazão. Mas que para avaliação do desempenho de aplicativos móveis, a mais significativa é o tempo de resposta.

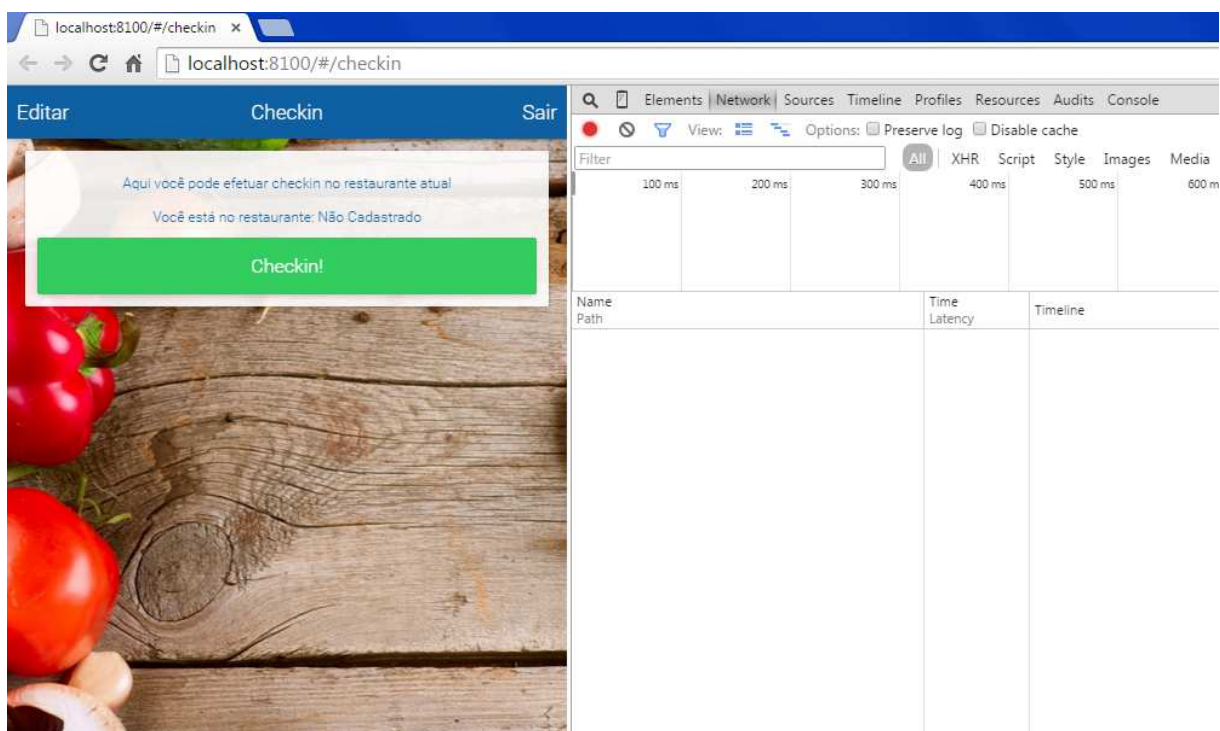
O primeiro passo adotado para o processo de avaliação de desempenho, foi o de fazer uma análise das funcionalidades do aplicativo, para identificar qual influenciariam mais na carga de processamento e de tempo de resposta do aplicativo. Chegou-se à conclusão de que a função de *checkin* seria a mais utilizada, principalmente nos horários de almoço e jantar, considerados horários de pico.

A função de *checkin* envolve diretamente a comunicação do cliente com o servidor de aplicação (NodeJS) e desse com o serviço de ontologia (Java). Logo decidiu-se criar laços, sendo executados “n” vezes, onde “n” é quantidade de requisições feitas simultaneamente.

Optou-se por executar os testes do aplicativo no Google Chrome, visto que o Ionic possibilita isso através do comando “ionic serve”. Após a execução desse comando, o

aplicativo é aberto no navegador. Para poder-se registrar os tempos de respostas, utilizou-se a opção “Inspeccionar elemento” do Google Chrome e a opção “Network”, conforme Figura 23.

Figura 23 – Opção Inspeccionar Elemento do Google Chrome

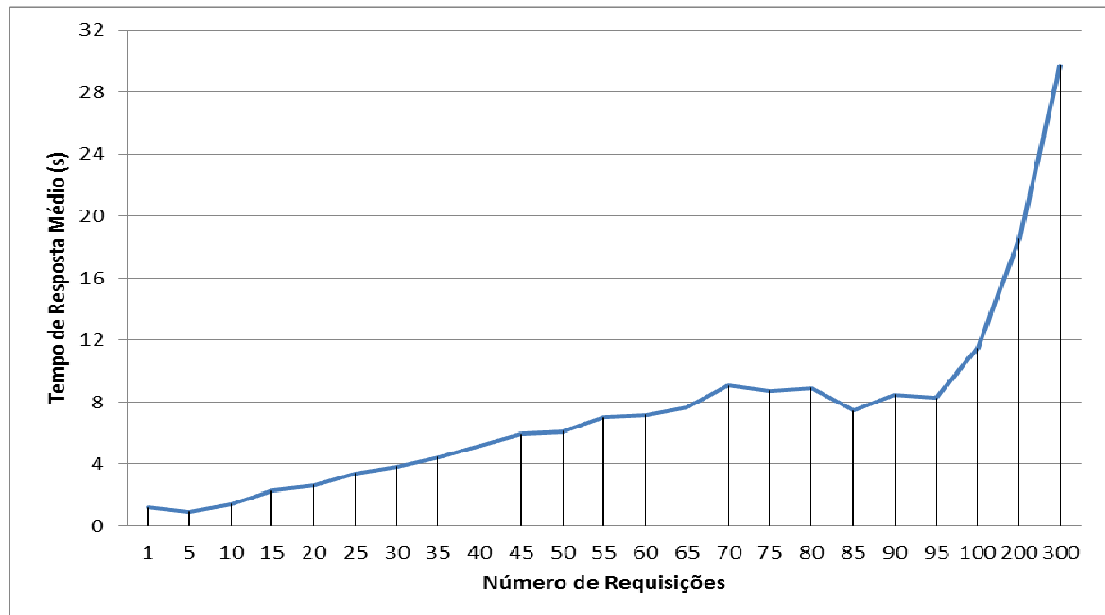


Fonte: Elaborado pelo autor.

Dessa forma foi possível salvar em um arquivo HTTP (HAR) os tempos de resposta de cada conjunto de requisições gerados nos laços. Os arquivos HAR são baseados na especificação HTTP Archive, que permitem capturar informações de carga de uma web page em um formato JSON.

Primeiro executou-se a função *checkin* uma vez, registrando-se o tempo de resposta de uma requisição. Na sequência foram executados 20 laços, gerando 20 conjuntos de requisições. Esses conjuntos iniciaram com 05 requisições simultâneas e foram aumentando de 05 em 05, até um total de 100 requisições simultâneas. De posse dos valores coletados, calculou-se o tempo médio para conjunto de requisições e plotou-se o gráfico no formato de histograma, conforme apresentado na Figura 24.

Figura 24 – Tempo de Resposta Médio para os Conjuntos de Requisições



Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando-se o gráfico, pode-se verificar que o tempo de resposta cresce a uma taxa linear até 100 requisições, a partir desse marco, verifica-se que o tempo cresce a uma taxa exponencial.

Como dito anteriormente, a função *checkin* envolve diretamente requisições HTTP entre o Servidor de Aplicação (NodeJS) e o Serviço de Ontologia (Java).

O NodeJS foi hospedado na plataforma PaaS “OpenShift”, em uma Virtual Machine (VM) com 512MB de memória RAM, tendo como Sistema Operacional Red Hat Enterprise Linux Server. E o Serviço de Ontologia foi armazenado na plataforma PaaS Amazon Web Service (AWS), em uma VM do tipo instância t2.micro, com processador Intel Xeon de alta frequência com turbo de até 3,3 GHz e com 1GB de memória RAM, tendo como Sistema Operacional Ubuntu 14.04.2 LTS.

Como em ambas PaaS temos o sistema operacional Linux, foi possível utilizar o comando TOP, para medir a carga percentual de ambos componentes. Esse comando é utilizado para gerenciamento de processos no Linux. Ele retorna todos os processos que estão sendo executados, informando uso da CPU, ID do processo (PID), nome do processo, uso de memória, etc... Na Figura 25 é mostrado o retorno do comando TOP executado na instância do AWS, listando os dados do processo relativo ao Serviço de Ontologia (PID 776), que no momento consumia 0,3% da carga total da CPU.

Figura 25 – Retorno Comando TOP

```
top - 18:36:22 up 77 days, 20:11, 1 user, load average: 0.04, 0.03, 0.05
Tasks: 98 total, 1 running, 97 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
%Cpu(s): 0.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni,100.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
KiB Mem: 1016292 total, 716640 used, 299652 free, 153128 buffers
KiB Swap: 0 total, 0 used, 0 free, 338348 cached Mem
```

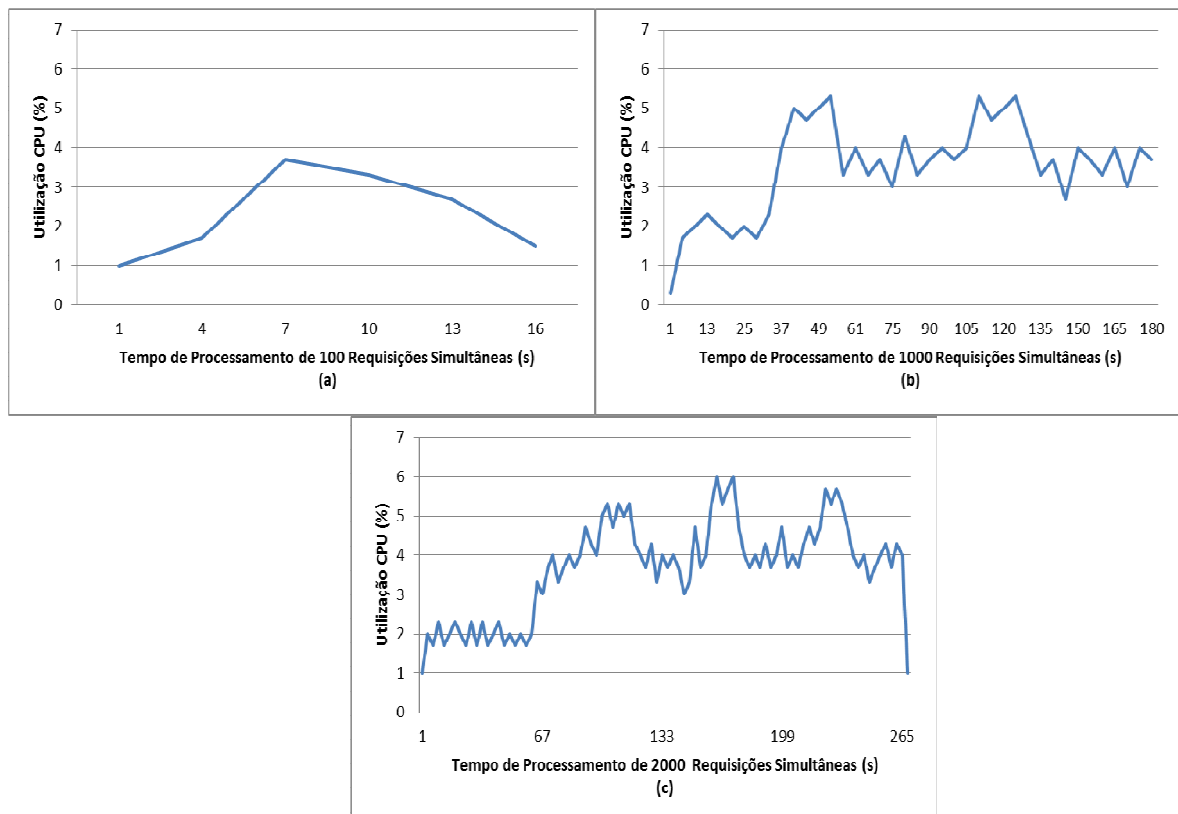
PID	USER	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND
776	ubuntu	20	0	2163900	128272	13728	S	0.3	12.6	58:59.37	java
1	root	20	0	33504	2872	1492	S	0.0	0.3	0:12.42	init
2	root	20	0	0	0	0	S	0.0	0.0	0:00.00	kthread
3	root	20	0	0	0	0	S	0.0	0.0	0:00.55	ksoftirqd/0
4	root	20	0	0	0	0	S	0.0	0.0	0:00.00	kworker/0:0
5	root	0	-20	0	0	0	S	0.0	0.0	0:00.00	kworker/0:0H
6	root	20	0	0	0	0	S	0.0	0.0	0:00.00	kworker/u30+
7	root	20	0	0	0	0	S	0.0	0.0	0:10.48	rcu_sched

Fonte: Elaborado pelo autor.

Utilizou-se o comando TOP para registrar o consumo de carga de CPU no OpenShift, gerada durante três conjuntos de requisições simultâneas, para 100 requisições, 1000 requisições e 2000 requisições. Esses dados foram plotados gerando, os três gráficos da Figura 26.

Foi possível constatar que a carga máxima para 100 requisições foi inferior a 4%, para 1000 requisições ficou próxima de 5% e que para 2000 requisições foi de 6%. Logo, foi possível concluir que os recursos disponibilizados pela PaaS (*OpenShift*) suprem com larga margem as necessidades do Servidor de Aplicação.

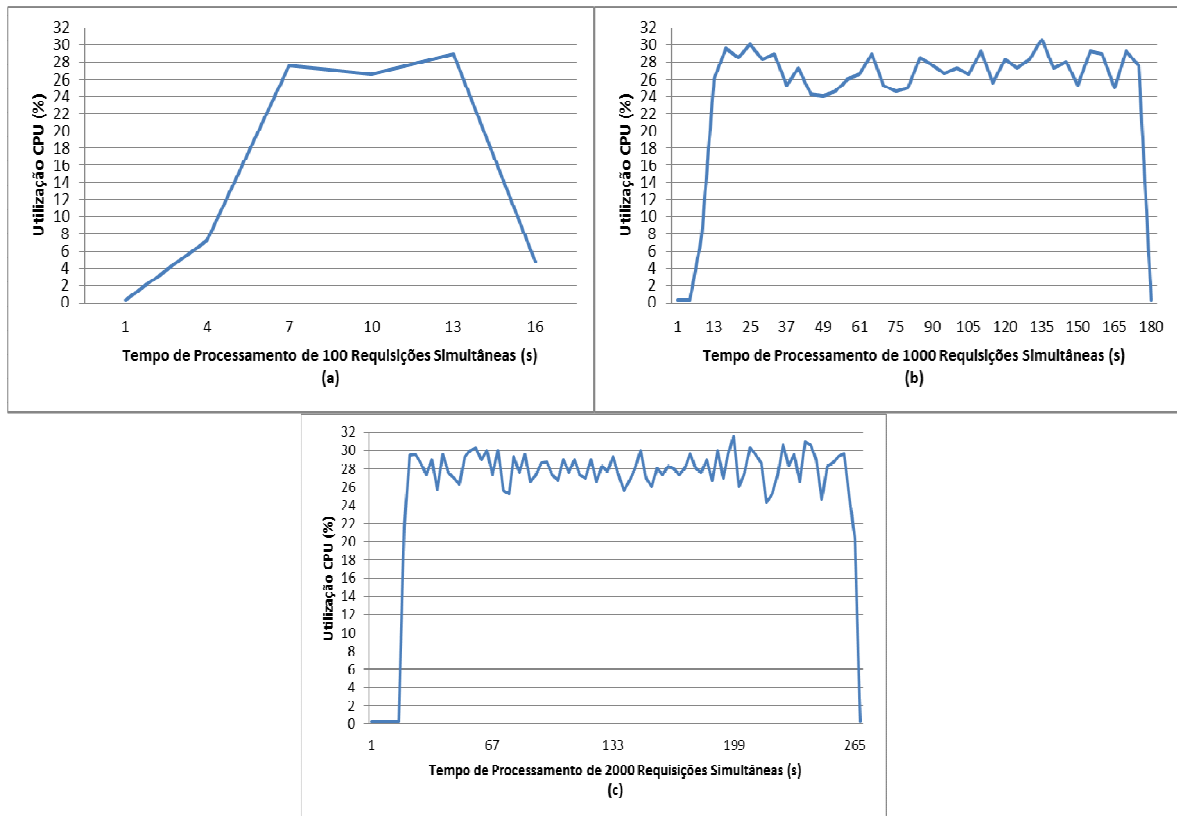
Figura 26 – Carga CPU x Tempo de Processamento para os Conjuntos de Requisições NodeJS



Fonte: Elaborado pelo autor.

Também utilizou-se o comando Top para medir o consumo de recursos de CPU da PaaS (AWS) pelo Serviço de Ontologia, registrando-se os valores para 100 , 1000 e 2000 requisições simultâneas. Esses valores foram plotados e são apresentados na Figura 27.

Figura 27 – Carga CPU x Tempo de Processamento para os Conjuntos de Requisições Java



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os gráficos apresentam como cargas máximas percentuais de CPU os valores 28, 30 e 32% para os conjuntos de 100 requisições, 1000 requisições e 2000 requisições simultâneas respectivamente. Da mesma forma que para o componente Servidor de Aplicação, os recursos consumidos pelo componente Serviço de Ontologia (em Java) também não são expressivos.

Como uma análise final em relação ao desempenho, pode avaliar que o sistema tem um comportamento aceitável até 100 requisições simultâneas. Já do ponto de vista de capacidade, o sistema pouco onerou os recursos de ambas as Plataformas PaaS, o que nos leva a concluir que não são considerados gargalos.

6.3 Avaliação de Usabilidade

Por fim, foi realizada uma avaliação qualitativa do modelo usando uma metodologia de aferição da usabilidade.

Para isso foi utilizado o modelo *TAM* (*Technical Architecture Modelling*) proposto por (DAVIS, 1989). O modelo TAM tem como base dois fatores: percepção sobre utilidade, definida como o grau no qual uma pessoa acredita que utilizar uma tecnologia específica melhoraria seu desempenho no trabalho e percepção sobre facilidade de uso, definida como o grau no qual uma pessoa acredita que utilizar uma tecnologia específica seria livre de esforço (LAITENBERGER; DREYER, 1998).

Da mesma forma que em Wallace e Sheetz (2014), será adotado um modelo de mensuração que estende o típico modelo TAM que é utilizado em termos de relações entre facilidade de uso, utilidade e uso. Porém nesse trabalho foram incluídas as variáveis facilidade de aprendizagem, desempenho, suporte e satisfação. Essas variáveis também foram incorporadas na avaliação do presente trabalho e possuem o seguinte significado: **facilidade de aprendizagem** foca em quão facilmente o usuário consegue finalizar uma tarefa no primeiro contato com o aplicativo ou a rapidez com que o usuário consegue melhorar o seu desempenho e onde **satisfação** indica a vontade do usuário em continuar usando o aplicativo (ZHANG; ADIPAT, 2005), **desempenho** se refere ao grau no qual um sistema ou um componente completa suas funções projetadas dadas restrições, como velocidade, precisão e uso de memória (KIM; CHOI; WONG, 2009) e por fim **suporte** indica a percepção do usuário sobre o fornecimento de apoio conforme proposta do aplicativo (DARAGHMI; YUAN, 2013).

Foram identificadas as seguintes hipóteses para o modelo TAM proposto:

- H1: a facilidade de uso influencia positivamente na utilidade;
- H2: o desempenho influencia positivamente na facilidade de uso;
- H3: a satisfação influencia positivamente na utilidade;
- H4: o desempenho influencia positivamente na satisfação;
- H5: a facilidade de aprendizagem influencia positivamente na satisfação.

Conforme Marôco (2010) variáveis latentes só podem ser detectadas a partir de outras variáveis observáveis ou manifestas. Além disso, as variáveis manifestas segundo Hair et

al.(2005), são definidas como os valores observáveis para um item específico, que são obtidos através das respostas do questionário.

A primeira etapa da avaliação foi a escolha dos participantes para fazer os experimentos como estudo de campo. Foram escolhidos dez voluntários sem a obrigatoriedade de sofrer de alergia alimentar a um dos oito alergênicos, utilizando o aplicativo em seus smartphones com Android. O protocolo empregado seguiu aquela realizada por Da Costa et al.(2014): primeiramente foi explicado qual a proposta da aplicação e foram mostradas as telas e ações possíveis. Foi solicitado aos usuários que realizassem as seguintes tarefas:

- **Tarefa 1:** O usuário deverá visitar um restaurante que não pertença às três redes, McDonalds, Subway ou Habibs. Deverá fazer o *checkin* ao chegar ao restaurante e registrar o que aconteceu;
- **Tarefa 2:** O usuário deverá visitar dois restaurantes que pertençam às três redes, McDonalds, Subway ou Habibs. Deverá fazer o *checkin* ao chegar a cada restaurante e registrar o que aconteceu.

Como instrumento de medida utilizou-se um questionário composto por nove questões com opções de respostas utilizando a escala de Likert (LIKERT, 1932). Para medir a concordância foi utilizada a escala com 05 graus: Concordo Plenamente, Concordo Parcialmente, Indiferente, Discordo Parcialmente e Discordo Totalmente. Conforme Malhotra (2001), é possível utilizar-se técnicas estatísticas para análise dos dados coletados através desse instrumento de medida. Essas 09 questões, conforme descrito no Quadro 6, são distribuídas da seguinte forma: as perguntas 01 e 02 avaliaram a percepção de facilidade de uso, as perguntas 03 e 04 avaliaram a percepção da utilidade do aplicativo, a pergunta 05 avaliou a facilidade de aprendizagem, a pergunta 06 avaliou o desempenho, a pergunta 07 avaliou o suporte e as perguntas 08 e 09 avaliaram a satisfação no uso do aplicativo. Foi utilizado o software IBM SPSS Statistics 21²⁷ para a análise fatorial confirmatória e para testar as hipóteses.

²⁷ <http://www-01.ibm.com/software/br/analytics/spss/>

Quadro 6 – Questionário Avaliação Usabilidade Allergy Detector

Nº	Categoria	Questão
01	Facilidade de Uso	A tarefa de criação do usuário e de execução de <i>login</i> no sistema foram de fáceis execuções.
02	Facilidade de Uso	Foi possível cadastrar alergias de maneira fácil.
03	Utilidade	O Allergy Detector foi assertivo ao indicar que o restaurante era um Local Seguro, Local Incerto ou um Local Inseguro.
04	Utilidade	O Allergy Detector facilitou a minha vida.
05	Facilidade de Aprendizagem	Aprende-se a utilizar o Allergy Detector rapidamente.
06	Desempenho	O tempo de retorno do <i>checkin</i> foi rápido.
07	Suporte	O Allergy Detector fez o que eu esperava que ele fizesse.
08	Satisfação	O Allergy Detector me deixou satisfeito.
09	Satisfação	Eu indicaria o Allergy Detector a um familiar ou a um amigo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

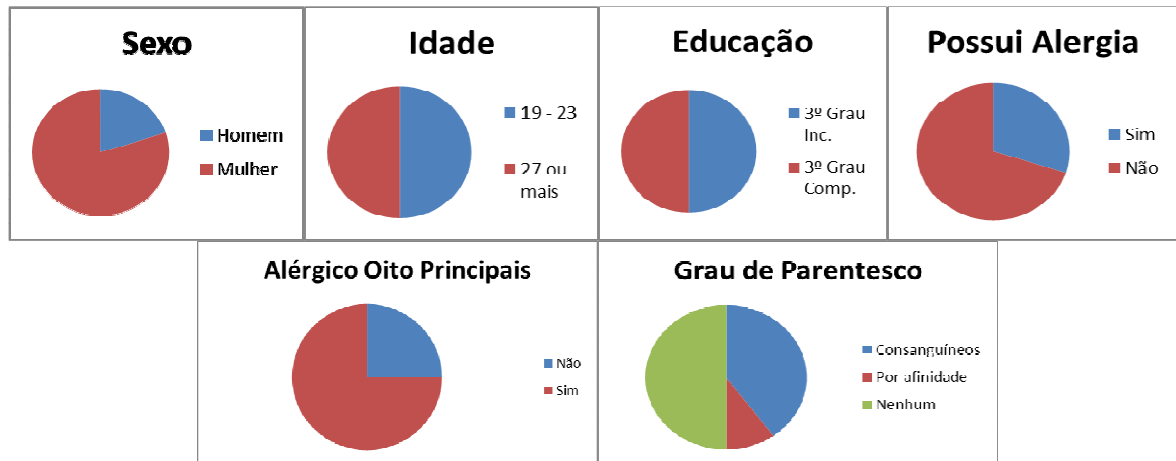
Participaram dos testes de campo 10 voluntários. Nessa segunda etapa, após a aplicação do questionário, procedeu-se com a estatística descritiva, levantando-se as variáveis quantitativas. Verificou-se que participaram dos experimentos 80% mulheres e 20% homens, 50% das pessoas de 19 até 23 anos e 50% das pessoas maiores de 27 anos, 50% das pessoas com 3º grau incompleto e 50% das pessoas com 3º grau completo, 30% das pessoas possuem alergia alimentar e 70% pessoas não possuem alergia alimentar, 75% das pessoas com alergia alimentar são alérgicas aos oito principais alergênicos e 25% das pessoas com alergia alimentar são alérgicas a outros alimentos, 50% das pessoas não possuem nenhum grau de parentesco com o pesquisador, 40% das pessoas são consanguíneas com o pesquisador e 10% são parentes por afinidade do pesquisador, conforme dados apresentados na Figura 28.

Para que as variáveis ficassem mais homogêneas, fez-se a média das variáveis observadas, possibilitando assim uma análise dos dados de maneira concisa. Dessa forma procedeu-se com a análise descritiva dos dados agrupados das cinco dimensões medidas, conforme apresentado na Tabela 1.

Após a etapa referente à estatística descritiva, o próximo passo foi analisar a normalidade das variáveis, que conforme Hair et al. (2005), caracteriza-se pelo grau em que a distribuição dos dados da amostra corresponde a uma distribuição normal. Como as variáveis são ordinais e a amostra é menor do que 30, a normalidade das variáveis independentes foi verificada utilizando o Teste Shapiro-Wilk, chegando aos resultados da Tabela 2. Os valores

indicam que deve rejeitar-se a Hipótese de Normalidade H_0 (valor- $p < 0,05$) para todas as variáveis. Já para a variável Utilidade não pode ser rejeitada a Hipótese de Normalidade H_0 , pois o construto Utilidade é uma constante.

Figura 28 – Dados Demográficos dos entrevistados na avaliação de usabilidade



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 1 – Estatística Descritiva Allergy Detector

Variável	Item	Min	Max	Média	Desvio Padrão
Facilidade de Uso	FU1. A tarefa de criação do usuário e de execução de <i>login</i> no sistema foram de fáceis execuções.	4,5	5,0	4,9	0,21
	FU2. Foi possível cadastrar alergias facilmente.				
Utilidade	UT1. O Allergy Detector foi assertivo ao indicar que o restaurante era um Local Seguro, Local Incerto ou um Local Inseguro.	5,0	5,0	5,0	0,00
	UT2. O Allergy Detector facilitou a minha vida.				
Facilidade de Aprendizagem	FA1. Aprende-se a utilizar o Allergy Detector rapidamente.	4,0	5,0	4,8	0,42
Desempenho	DSP1. O tempo de retorno do checkin foi rápido.	2,0	5,0	4,5	0,97
Suporte	SUP1. O Allergy Detector fez o que eu esperava que ele fizesse.	4,0	5,0	4,9	0,32
Satisfação	SAT1. O Allergy Detector me deixou satisfeito.	4,5	5,0	4,95	0,16
	SAT2. Eu indicaria o Allergy Detector para um familiar ou para um amigo.				

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 – Teste de Normalidade – Shapiro-Wilk

Variável	Estatística	valor-p
Facilidade Aprendizagem	,509	0,000
Desempenho	,603	0,000
Suporte	,366	0,000
Facilidade de Uso	,509	0,000
Satisfação	,366	0,000

Fonte: Elaborado pelo autor.

O próximo passo foi testar as Hipóteses identificadas para o modelo de medição proposto. As Hipóteses H1 e H3 não puderam ser rejeitadas, pois envolvem a variável Utilidade, que é uma constante, não podendo ser aplicada uma análise estatística. Para análise entre variáveis ordinais é indicada a utilização testes de Correlação de Spearman. Os resultados das Correlações são mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 – Correlações entre varáveis

		Fac. de Uso	Desemp.	Fac. Aprendizagem	Suporte	Satisfação
Facilidade de Uso	Correlações de coeficiente	1,000	,161	-,250	-,167	-,167
	Sig. (2 extremidades)		,656	,486	,645	,645
Desempenho	Correlações de coeficiente	,161	1,000	,323	-,215	-,215
	Sig. (2 extremidades)	,656		,363	,551	,551
Facilidade Aprendizagem	Correlações de coeficiente	-,250	,323	1,000	-,167	-,167
	Sig. (2 extremidades)	,486	,363		,645	,645
Suporte	Correlações de coeficiente	-,167	-,215	-,167	1,000	1,000**
	Sig. (2 extremidades)	,645	,551	,645		
Satisfação	Correlações de coeficiente	-,167	-,215	-,167	1,000**	1,000
	Sig. (2 extremidades)	,645	,551	,645		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Levando-se em consideração os resultados do valor-p (Sig.) da Tabela 3, foi possível confirmar as Hipóteses H2, H4 e H5 conforme mostrado no Quadro 7.

Quadro 7 – Resultado das Hipóteses

Hipótese		Resultado
H1	A facilidade de uso influencia positivamente na utilidade.	-
H2	O desempenho influencia positivamente na facilidade de uso.	Confirmada
H3	A satisfação influencia positivamente na utilidade.	-
H4	O desempenho influencia positivamente na satisfação.	Confirmada
H5	A facilidade de aprendizagem influencia positivamente na satisfação.	Confirmada

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dessa forma pode-se confirmar que o modelo de medição proposto é coerente com as Hipóteses identificadas. As respostas do questionário não possibilitaram os testes das Hipóteses H1 e H3, devido aos usuários serem unânimes nas respostas aos itens da variável utilidade.

7 CONCLUSÃO

Uma alergia alimentar pode levar a morte. Boyce et al.(2010) relataram que “Mortes decorrentes de anafilaxia induzidas por alimentos foram relatadas no período de 30 minutos a 2 horas após a exposição e geralmente resultam de comprometimento cardiorrespiratório”. Não existe cura para alergia alimentar e conforme Burks et al. (2012), a primeira terapia é evitar estritamente o alimento ou os alimentos que a causam.

Assim, o presente trabalho apresentou um modelo ubíquo baseado em ciência de situação para detecção de riscos de alergia alimentar aos oito principais alergênicos (soja, ovo, leite, trigo, peixe, crustáceo, amêndoas oriundas de árvores e amendoim), que são responsáveis por mais de 90% dos casos de alergias alimentares, conforme contextos do usuário. O modelo propôs o fornecimento de suporte para pessoas alérgicas, através do uso de dispositivos móveis, com a aplicação de computação ubíqua e da utilização de ciência de situação e ontologia.

Após a escolha do tema, estudou-se os conceitos de computação ubíqua, contexto, ciência de situação, ontologia e web semântica, cuidados ubíquos e alergia alimentar. Esse estudo foi uma etapa importante, pois forneceu uma base teórica que colaborou na análise crítica dos artigos relacionados.

O próximo passo foi o de estudar o estado da arte, buscando identificar artigos que propuseram modelos relacionados com a área da saúde e que possibilitam cuidados ubíquos para os usuários. Esse estudo identificou contribuições como planejamento alimentar (ANTONIOU; NANOU, 2003), controle de ingestão de alimentos calóricos (JOHNSON; VERGARA; DOLL, 2014), sugestão de restaurantes (DARAGHMI; YUAN, 2013), acompanhamento diário dos alimentos ingeridos (HENRICKSEN; VILLER, 2012) e suporte na seleção de menus conforme restrições para uma dieta segura (IIZUKA; OKAWADA, 2012). Todos esses modelos têm como enfoque alergia alimentar e aplicam de alguma forma conceitos de computação móvel. Nesse estudo foi possível identificar que abordagens foram feitas a respeito do problema formulado e quais as lacunas existentes. Foram identificadas como lacunas a utilização de outros tipos de contexto (tempo e atividade), adaptação, ciência de situação e utilização de ontologia.

Cumpridas essas primeiras etapas, analisou-se o porquê da realização da pesquisa, buscando identificar a motivação do tema proposto. E chegou-se à conclusão de que a importância da pesquisa está na intenção de dar suporte a usuários com alergia alimentar e de

mostrar como uma aplicação de computação ubíqua à área de alergia alimentar pode funcionar com base na ciência de situação, sendo a primeira motivação voltada à sociedade e a segunda para a comunidade científica.

Assim, pode-se formular o problema a ser resolvido chegando-se a seguinte questão de pesquisa: “Como seria um modelo ubíquo para suporte à alergia alimentar baseado em ciência de situação para a detecção de riscos conforme contextos do usuário?”.

Ficou definido que o modelo apresentaria arquitetura baseada em serviço. No lado cliente ficaram os módulos executados no dispositivo móvel e que são responsáveis pela interação com o usuário, bem como aquisição de informações de contexto de localização. O cliente interage com um serviço que armazena os módulos responsáveis pelo processamento das informações, realização de inferências e pelo gerenciamento da ciência de situação. No Quadro 8 é apresentada uma comparação entre os trabalhos relacionados e o modelo proposto, ressaltando a contribuição do modelo proposto.

Quadro 8 – Comparação Allergy Detector x Trabalhos Relacionados

Classificação	Característica	Shoku-ping	PMR	Diário de Alimentação	Foodtracker	Allergy Detector
Contexto	Localização	x	✓	x	✓	✓
Contexto	Perfil	✓	✓	x	x	✓
Contexto	Informação de Proteínas dos Alimentos Alergênicos	x	x	x	x	✓
Ciência de Situação	Deteção de Risco	x	x	x	x	✓
Recomendação	Indicação de Prato Livre de Alergênico	x	x	x	x	✓
Interação	Acesso por Dispositivos Móveis	x	x	x	x	✓
Fontes de dados	Ligado à base de dados de Alergias	✓	x	x	x	✓

Fonte: Elaborado pelo autor.

O protótipo do modelo foi projetado utilizando tecnologias abertas e livres. No lado cliente foi gerado um aplicativo híbrido desenvolvido no framework Ionic, utilizando como linguagem de programação JavaScript, linguagem de marcação HTML e linguagem de estilos CSS, para smartphones compatíveis com Android e iOS. No lado Serviço desenvolveu-se o Servidor de Aplicação com linguagem de programação JavaScript sendo executado no

NodeJS, a Base de Dados Perfil foi armazenada no banco de dados NoSQL mongoDB, o Serviço de Ontologia utilizou o framework Jena que utiliza linguagem de programação Java e que permite a linguagem de consulta SPARQL e a Base de Conhecimento foi gerada em OWL. O Servidor de Aplicação está armazenado na Plataforma OpenShift em um nó 1 small com 512MB de memória RAM e 1GB de storage, o Serviço de Ontologia e Base de Conhecimento estão armazenados na Plataforma Amazon Web Service (AWS) em uma instância t2.micro com 1GB de memória RAM e 30 GB de storage EBS e o mongoDB foi hospedado no MongoLab.

O modelo foi avaliado das seguintes maneiras: a primeira avaliação foi feita através de um estudo de caso, a segunda avaliação mediu o desempenho do aplicativo e a terceira avaliação contemplou a usabilidade do aplicativo.

A avaliação por estudo de caso confirmou a expectativa de que a aplicação de ciência de situação, baseada no modelo de Endsley, possibilitaria que o modelo de forma ubíqua detectasse riscos ao usuário da presença de alergênicos nos pratos servidos nos restaurantes. Enquanto que a avaliação de desempenho, mostrou que embora o consumo de recursos de processamento para execução das tarefas dos componentes Servidor de Aplicação (NodeJS) e Serviço de Ontologia (Java) tenha sido baixo, o tempo de resposta médio apresentou valores muito altos a partir de 100 requisições simultâneas. O que mostra que o sistema não comportaria, na arquitetura atual, centenas de usuários. Além disso, não foi possível identificar onde está o gargalo para que esse tempo de resposta médio tenha sido aquém do esperado. Acredita-se que possa ser decorrente do tempo de resposta das consultas SPARQL. Porém, não podemos ser assertivos quanto a isso.

Por último foi feita uma avaliação de usabilidade, onde foram aplicados testes de campo e que culminaram com a aplicação de questionários para a coleta dos dados a respeito dos construtos facilidade de uso, utilidade, facilidade de aprendizagem, desempenho, suporte e satisfação. Após uma análise estatística dos valores coletado, pode-se confirmar que o modelo de medição proposto é coerente com as Hipóteses identificadas. As respostas do questionário não possibilitaram os testes das Hipóteses H1 e H3, devido aos usuários serem unânimes nas respostas aos itens da variável utilidade.

Em uma análise final, esse trabalho mostrou que é possível através da computação ubíqua dar suporte a usuários que sofrem de alergia alimentar e que possui uma grande possibilidade de industrialização do mesmo, desde que sejam inseridos alguns dispositivos de proteção, de maneira a não apresentar riscos à saúde dos usuários. Por outro lado, o trabalho

cumpriu o seu objetivo de apresentar mais uma aplicação de modelo ubíquo dessa vez com a contribuição para a comunidade científica que foi utilizar ciência de situação no mesmo. Além disso, a pesquisa realizada possibilitou a produção bibliográfica, através da publicação de um artigo no XXXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC), onde é apresentado o modelo proposto nessa dissertação, conforme os seguintes dados:

QUEVEDO, N. M. M., et. al. (2015) “Um Modelo de Detecção de Riscos de Alergia Baseado em Ciência de Situação”, In: XXXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação – CSBC 2015 - SBCUP, Recife. CSBC 2015. p. 2-10.

O artigo ficou entre os 5 melhores publicados no evento e está sendo estendido para publicação em um periódico.

Esse modelo possui algumas oportunidades de trabalhos futuros, como a disponibilização das informações de alergênicos do IUIS em formato estruturado (XML), a utilização de dados ligados para o registro do nome do restaurante, pratos e ingredientes, através dos componentes vocabulário (schema.org, GoodRelations, FOAF) e sintaxe (microdados, RDF-a, JSON-LD), que já se observam como padrões de ampla adoção e tornar a ontologia multilingual.

REFERÊNCIAS

ABECH, M., COSTA, C. A., BARBOSA, J., RIGO, S. (2013) “A Proposal of an Ontology for Learning Objects Adaptation in the Light of Mobile and Ubiquitous Computing”, PGCA, UNISINOS, São Leopoldo, Brasil, 2013 p. 2-5.

ABINEE . Smartphones já representam 76% do mercado de celulares. Disponível em: < www.abinee.org.br/noticias/com282.htm >. Acesso em 27/11/2014.

ABOWD, G.; MYNATT, E. Charting past, present, and future research in ubiquitous computing. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, v. 7, n. 1, p. 29–58, 2000.

ANTONIOU, I.; NANOU, T. An intelligent system for the provision of personalized dietary plans and health monitoring. *Information Technology Applications in Biomedicine*, 2003. 4th International IEEE EMBS Special Topic Conference on, p. 70–73, 2003.

BAZIRE, M., BRÉZILON, P. (2005) "Understanding Context Before Using It", In: 5th International and Interdisciplinary Conference, CONTEXT-05, v. LNAI 3554, pp. 29-40, Springer Verlag, Paris, France.

BERNERS-LEE, T. (2001) “The semantic web”, *Scientific American*, 284, p. 34-43.

BETTINI, C. et al. A survey of context modelling and reasoning techniques. *Pervasive and Mobile Computing*, v. 6, n. 2, p. 161–180, abr. 2010.

BOUIADJRA, A., B., E BENSLIMANE, S. (2011) “FOEval: Full Ontology Evaluation - Model and Perspectives”, In: 7th International Conference on Natural Language Processing and Knowledge Engineering, IEEE, Tokushima, p. 464-468

BOYCE, J. A et al. Guidelines for the diagnosis and management of food allergy in the United States: report of the NIAID-sponsored expert panel. [s.l.] Elsevier Ltd, 2010. v. 126p. S1–58

BURKS, A W. et al. ICON: food allergy. *The Journal of allergy and clinical immunology*, v. 129, n. 4, p. 906–20, abr. 2012.

CATARINO, M.; SOUZA, T. Descriptive representation in the semantic web context. *Transinformação*, v. 24, n. 2, p. 77–90, 2012.

COSTA, C. DA; YAMIN, A.; GEYER, C. Toward a general software infrastructure for ubiquitous computing. *IEEE Pervasive Computing*, p. 64–73, 2008.

DARAGHMI, E.; YUAN, S. PMR: Personalized Mobile Restaurant System. *Computer Science and Information Technology (CSIT)*, p. 275–282, 2013.

DAVIS, F. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. In *MIS Quarterly*, 13(1989), n. 3, 319-339.

DEY, A. Understanding and using context. *Personal and ubiquitous computing*, p. 4–7, 2001.

ENDSLEY, M. Situation awareness in aviation systems. Handbook of aviation human factors, p. 257–276, 1999.

MINACK, E. SIBERSKI, W. e ZENZ, G. “Suits4rdf: Incremental query construction for the semantic web,” in Proc. of the Int. Semantic Web Conf. - Posters and Demos, ser. CEUR Workshop Proceedings, vol. 401, 2008.

FELTES, L. H.; BARBOSA, J. L. V. A Model for Ubiquitous Transport Systems Support. Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina), v. 12, n. 6, p. 1106–1112, 2014.

FERREIRA, C. T.; SEIDMAN, E. Food allergy: a practical update from the gastroenterological viewpoint. Jornal de pediatria, v. 83, n. 1, p. 7–20, 2007.

GELOGO, Y.; KIM, H. Unified Ubiquitous Healthcare System Architecture with Collaborative Model. International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering, v. 8, n. 3, p. 239–244, 2013.

GENITSARIDI, I. et al. Towards Intelligent Personal Health Record Systems: Review, Criteria and Extensions. Procedia Computer Science, v. 21, p. 327–334, 2013.

GUANDALINI, S.; NEWLAND, C. Differentiating food allergies from food intolerances. Current gastroenterology reports, v. 13, n. 5, p. 426–34, out. 2011.

GRUBER, T. R., A translation approach to portable ontologies, Knowledge Acquisition, 5, 99-220, 1993.

HAIR, J. F.; BABIN, B.; MONEY, A. H.; SAMUEL, P. Fundamentos de métodos de pesquisa em administração. Porto Alegre: Bookman, 2005

HENRICKSEN, K.; INDULSKA, J.; RAKOTONIRAINY, A. Modeling context information in pervasive computing systems. Pervasive Computing, p. 167–180, 2002.

HENRICKSEN, K.; VILLER, S. Design of software to support families with food-allergic and food-intolerant children. Proceedings of the 24th Australian Computer- Human Interaction Conference, p. 194–203, 2012.

HERNANDEZ MUNOZ, L. U.; WOOLLEY, S. I.; BABER, C. A mobile health device to help people with severe allergies. 2008 Second International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare, v. 1, p. 8–10, jan. 2008.

HU, N.-Z. et al. A cloud system for mobile medical services of traditional Chinese medicine. Journal of medical systems, v. 37, n. 6, p. 9978, dez. 2013.

IIZUKA, K.; OKAWADA, T. Food menu selection support system: considering constraint conditions for safe dietary life. Proceedings of the ACM multimedia 2012 workshop on Multimedia for cooking and eating activities, p. 43–48, 2012.

JING, J.; HELAL, A.; ELMAGARMID, A. Client-server computing in mobile environments. *ACM computing surveys (CSUR)*, v. 31, n. 2, 1999.

JOHNSON, T.; VERGARA, J.; DOLL, C. A Mobile Food Recommendation System Based on The Traffic Light Diet., p. 1–8, 2014. Disponível em: <<http://www.arxiv.org/pdf/1409.0296>>. Acesso em 10/10/2014

JOSAI UNIVERSITY . Database for Food-Drug Interaction. Disponível em: <<http://www.josai.ac.jp/~cdhn2/DB/cdhndb.htm>>. Acesso em 27/11/2014.

KING, T.; HOFFMAN, D.; LOWENSTEIN, H. Allergen nomenclature. *International archives of Immunology*, v.105, n. 3. p. 37–49, 1994.

LAITENBERGER, O., DREYER, H. M. Evaluating the usefulness and the ease of use of a web-based inspection data collection tool. In *Proceedings of the 5th International Symposium on Software Metrics*. page 122. 1998.

LIKERT, R., A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*, vol. 22, n.140. p. 1 – 55, 1932.

LOPES, J.; SOUZA, R.; GADOTTI, G. An Architectural Model for Situation Awareness in Ubiquitous Computing. *Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina)*, v. 12, n. 6, p. 1113–1119, 2014.

LOZANO-TELLO, A. e GÓMEZ-PÉREZ, A. “Ontometric: A Method to Choose the Appropriate Ontology”. *Journal of Database Management*, vol. 15, 2004, pp. 1–18.

MALHOTRA, N.K. *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada*. 3ªed. Porto Alegre/RS: Bookman, 2001.

MARÔCO, J. e PINHEIRO, P. *Análise de Equações Estruturais: fundamentos teóricos, software e aplicações*. (Portugal): ReportNumber, 2010.

MINISTRY OF EDUCATION CULTURE SPORTS SCIENCE & TECHNOLOGY IN JAPAN Food Composition Database. Disponível em: < http://fooddb.jp/freeword/fword_select.pl>. Acesso em 27/11/2014.

ENDSLEY, M. R. Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37: 32-64, 1995.

NOY, F. N., E MCGUINNESS, D. L. (2001) “Ontology development 101: a guide to create your first ontology”, <http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness.pdf>

NWIABU, N.; ALLISON, I.; HOLT, P. Situation awareness in context-aware case-based decision support. *Cognitive Methods in Situation Awareness and Decision Support (CogSIMA)*, 2011 IEEE First International Multi-Disciplinary Conference on, p. 9–16, 2011.

PAPAZOGLU, M. P. *Web Services: Principles and Technology*, Prentice Hall, 2008.

PELEG, M. et al. Architecture for a Ubiquitous Context-aware Clinical Guidance System for Patients and Care Providers. 2013.

PELEG, M, BROENS T, GONZÁLES-FERRER, A. and SHALOM, E. Architecture for a Ubiquitous Context-aware Clinical Guidance System for Patients and Care Providers. In Proceedings of Joint Workshop on Knowledge Representation for 76 Health Care (KR4HC) and Process-oriented Information Systems in Healthcare (ProHealth) 2013, p 161-167.

PEREIRA, A. DA S.; MOURA, S.; CONSTANT, P. Alergia alimentar: sistema imunológico e principais alimentos envolvidos Food allergy: system immunologic and main food involved. uel.br, p. 189–200, [s.d.].

PRATES, R. O., BARBOSA, S. D. J. Avaliação de Interfaces de Usuário – Conceitos e Métodos. Juan Manuel Adán Coelho; Sandra C. P. Ferraz Fabbri. (Org.). Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Campinas: SBC, 2 (2003), 245-293.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, E. Interaction Design: Beyond Human-computer Interaction. New York, NY: John Wiley & Sons. 2002

SAP AG. Standardized Technical Architecture Modeling. 2007. Disponível em: <http://www.fmc-modeling.org/download/fmc-and-tam/SAP-TAM_Standard.pdf>. Acesso em 10/10/2014.

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

SILVA, L. R. et al. Consenso Brasileiro sobre Alergia Alimentar : 2007 Documento conjunto elaborado pela Sociedade Brasileira de Pediatria e Associação Brasileira de Alergia e Imunopatologia Coordenadores Dirceu Solé Roseli Oselka Saccardo Sarni Colaboradores Evandro Alves d. p. 64–89, 2008.

STRANG, T.; LINNHOFF-POPIEN, C. A context modeling survey. Workshop Proceedings, 2004.

STUDER, R.; BENJAMINS, V.; FENSEL, D. Knowledge engineering: principles and methods. Data & knowledge engineering, p. 1–38, 1998.

TELEBRASIL. Brasil fecha semestre com 161 milhões de acessos em banda larga. Disponível em: <<http://www.telebrasil.org.br/sala-de-imprensa/releases/6353-brasil-fecha-semestre-com-161-milhoes-de-acessos-em-banda-larga>>. Acesso em 27/11/2014.

WELTY, C.; SMITH, B. Formal ontology in information systems. Proceedings of the 2nd FOIS conference, n. June, p. 3–15, 2001.

ZAUPA, D.; COSTA, C.; SILVA, J. Implementing a spontaneous social network for managing ubiquitous interactions. Computer Systems (WSCAD-SSC), 2012 13th Symposium on, p. 163-170, 2012.