

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

***WHO AM I?* – UMA ARQUITETURA PARA A COLETA,
MODELAGEM E OFERTA DE PERFIS DE USUÁRIOS
PARA A COMPUTAÇÃO UBÍQUA**

TATIANA SILVA DE ALENCAR

ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. VÂNIA PAULA DE ALMEIDA NERIS

São Carlos - SP
Julho/2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

***WHO AM I?* – UMA ARQUITETURA PARA A COLETA,
MODELAGEM E OFERTA DE PERFIS DE USUÁRIOS
PARA A COMPUTAÇÃO UBÍQUA**

TATIANA SILVA DE ALENCAR

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, área de concentração: Interação Humano-Computador
Orientadora: Dr^a. Vânia Paula de Almeida Neris

São Carlos - SP
Julho/2014

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

A368wa Alencar, Tatiana Silva de.
Who Am I? – uma arquitetura para a coleta, modelagem e oferta de perfis de usuários para a computação ubíqua / Tatiana Silva de Alencar. -- São Carlos : UFSCar, 2015. 127 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2014.

1. Interação homem-máquina. 2. Interfaces de usuário (Sistema de computador). 3. Interfaces adaptativas. 4. Computação ubíqua. I. Título.

CDD: 004.6 (20^a)

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

**“Who Am I? – Uma Arquitetura para a coleta,
modelagem e oferta de perfis de usuários
para a computação ubíqua”**

Tatiana Silva de Alencar

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ciência da
Computação da Universidade Federal de São
Carlos, como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Mestre em Ciência da
Computação

Membros da Banca:



Profa. Dra. Vânia Paula de Almeida Neris
(Orientadora - DC/UFSCar)



Profa. Dra. Regina Borges de Araujo
(DC/UFSCar)



Profa. Dra. Simone Diniz Junqueira Barbosa
(PUC/Rio)

São Carlos
Agosto/2014

À minha mãe Josefa e ao meu filho felino Tariq.

AGRADECIMENTO

A Deus, pela vida que me deu e por sempre se fazer presente na minha vida.

À minha mãe por estar presente nas horas difíceis e pelos lanchinhos de madrugada.

À Profa. Vânia Neris pela sua orientação, amizade, compreensão e conhecimentos compartilhados.

Aos queridos amigos Felipe e Franklin por se deslocarem tantos quilômetros para estarem ao meu lado no momento da defesa desta dissertação.

Às amigas Cibeli, Silvana e Hideko pela paciência, apoio e incentivo.

Aos amigos André, Thiago, Anderson, Amandia, Rafael, Mirela e Augusto pela amizade e pelo compartilhamento mútuo de experiências, alegrias e anseios.

Ao amigo Diego por literalmente me dar a mão em um momento difícil da minha vida.

Ao amigo Armando Júnior por sempre se fazer próximo, mesmo estando distante.

Aos colegas Franco, Kamila, Maira, Renata, Rogério e Vinícius pelas discussões e contribuições para o meu trabalho.

Ao Prof. Hélio Guardia pela solicitude em discutir detalhes sobre a arquitetura *“Who Am I?”*.

Ao Luciano Neris e ao aluno Luciano pela contribuição no desenvolvimento do BUSS.

Ao colega Ricardo e ao aluno Marcelo pelo apoio no desenvolvimento dos aplicativos para a simulação da cozinha inteligente.

Aos participantes do estudo de caso pela disponibilidade e colaboração.

Aos novos amigos que fiz na cidade de São Carlos que me acolheram e aos amigos de longa data que amo tanto.

Aos professores ao longo da vida que sempre acreditaram em mim e me apoiaram.

In essence, that only when things disappear in this way are we freed to use them without thinking.

Mark Weiser

RESUMO

Um dos principais requisitos da Computação Ubíqua é ser sensível ao contexto do usuário para que as soluções de software desenvolvidas possam ser capazes de se adaptar às diferentes habilidades e capacidades dos usuários, no que diz respeito às características físicas e cognitivas, e preferências de interação. Todavia, o foco das pesquisas tem sido na adaptação dos sistemas aos diferentes dispositivos. No que se refere à adaptação aos diferentes perfis de usuários ainda é preciso investigar mais, principalmente a forma de conhecer e modelar as características físico-cognitivas e as preferências do usuário. Na literatura, são encontrados vários trabalhos que propõem modelos de perfil de usuário, sendo que alguns destes englobam um conjunto grande de características relacionadas aos usuários. Porém, apenas alguns fornecem uma indicação de como as informações sobre o usuário são capturadas e como o perfil já mapeado é disponibilizado para as aplicações. Além do mais, estes modelos não levam em consideração as necessidades e preferências de interação do usuário, visto que apenas focam em informações pessoais, estado fisiológico, dados demográficos, etc. Desta forma, este trabalho tem como objetivo apoiar a flexibilidade de aplicações ubíquas considerando diferentes perfis de usuários, facilitando a coleta e a oferta desses perfis para a computação ubíqua. Para alcançar esse objetivo definiu-se a arquitetura “*Who Am I?*” para atender a diversidade de usuários por considerar suas necessidades e preferências de interação como parte do modelo de perfil de usuário adotado; viabilizar a coleta de perfis de usuários por meio de um coletor; e permitir a comunicação entre o coletor e os sistemas ubíquos de uma forma interoperável. Para avaliar a viabilidade dessa arquitetura e verificar se ela atende à diversidade de usuários, foi realizado um estudo de caso com dois cenários de uso. No primeiro cenário foi desenvolvido um sistema de ponto de ônibus e no segundo, uma simulação para uma cozinha inteligente. A avaliação das duas soluções de software desenvolvidas foi realizada com usuários reais e contemplou tanto aspectos técnicos como emocionais. Os resultados indicam que a interação com ambas por meio da arquitetura “*Who Am I?*” proporcionou satisfação e motivação nos usuários e que a comunicação e a adaptação dos sistemas ubíquos se deram de forma adequada.

Palavras-chave: Computação ubíqua, Computação ciente do contexto, Perfil de usuário, Modelagem de usuário, Design participativo, Flexibilidade, Diversidade de usuários.

ABSTRACT

One of the core requirements of Ubiquitous Computing is to be user context aware for software solutions developed may be adapted to the different skills and capabilities of users, with regard to physical and cognitive characteristics and interaction preferences. However, the focus of research has been in adapting the systems to different devices. The adaptation to different users' profiles still demands further investigation, especially on how to understand and model the physical and cognitive characteristics, and users' preferences. It is possible to find several studies that present user profiles models in the literature. Some of these models include a large set of features related to the users. However, only a few works provide an indication of how the information about the user is captured and how the profile already mapped in the model is turned available for applications. Moreover, these models do not take into account the user's interaction needs and preferences, since they only focus on personal information, physiological state, demographics etc. Thus, this work aims to support the flexibility of ubiquitous systems, considering different user profiles, facilitating the collection and delivery of these profiles for ubiquitous computing. To achieve this goal we defined the "Who Am I?" architecture to meet the users' diversity by considering their interaction needs and preferences as part of the adopted user profile model; enables the collection of user profiles by means of a collector; and allows communication between the collector and the ubiquitous systems of an interoperable manner. To evaluate the feasibility of this architecture and verify that it meets the diversity of users, a case study was conducted with two scenarios of use. In the first scenario, a bus stop system and the second, a simulation for a smart kitchen was developed. The evaluation of the two software solutions developed was performed with real users and included both technical and emotional aspects. The results indicate that the interaction with both solutions through "Who Am I?" architecture gave satisfaction and motivation in users, and that communication and the adaptation of ubiquitous systems are given appropriately.

Keywords: Ubiquitous Computing, Context-Aware Computing, User Profile, User Modeling, Participatory Design, Flexibility, Diversity of users.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Coleções do modelo de usuário. Fonte (MARTINEZ-VILLASEÑOR; GONZALEZ-MENDOZA; HERNANDEZ-GRESS, 2012).....	22
Figura 2. Inter-relações entre o fornecedores e consumidores de perfil e a ontologia para a modelagem do usuário. Fonte (MARTINEZ-VILLASEÑOR; GONZALEZ-MENDOZA; HERNANDEZ-GRESS, 2012).....	23
Figura 3. A classe <i>BasicUserDimensions</i> e suas subclasses <i>Emotional State</i> , <i>Characteristics</i> e <i>Personality</i> . Fonte (HECKMANN et al., 2005).	25
Figura 4. Atualização da Ontologia Perfil do Usuário. Fonte (MARTINI; LIBRELOTTO, 2012).	31
Figura 5. Exemplo do perfil de usuário instanciado. Fonte (DURÁN et al., 2010).	32
Figura 6. Dimensões do SAM – Satisfação, Motivação e Sentimento de Controle. ...	37
Figura 7. Representação da <i>calmness</i> nas dimensões <i>calm timing</i> e <i>calm interaction</i> . Fonte (RIEKKI et al. 2004).	38
Figura 8. Arquitetura "Who Am I?"	42
Figura 9. Estrutura para a coleta de dados e a geração do arquivo JSON contendo o perfil de usuário.....	43
Figura 10. Aplicação da técnica UbiCARD com uma das famílias: (a) escolha dos cartões, (b) criação de novos cartões quando necessário, (c) fixação dos cartões nos dispositivos, (d) desenho da interface dos dispositivos para as funcionalidades escolhidas e (e) intervenção do design e do desenvolvedor durante a criação do desenho.....	46
Figura 11. Detalhes das subclasses <i>Interest</i> e <i>Interface Preferences</i>	47
Figura 12. Interação entre os participantes de cada grupo durante a sessão de design.	52
Figura 13. Participantes descrevendo as soluções de design propostas.	52
Figura 14. Soluções de design propostas pelos grupos para preservar a privacidade do usuário e aumentar a segurança dos dados.	54
Figura 15. Soluções de design propostas pelos grupos para estimular o usuário a preencher todos os campos do perfil.	55
Figura 16. Sugestões de design para realizar a coleta de dados sobre o estado emocional do usuário.	56

Figura 17. Telas criadas para a coleta de informações relacionadas à (a) capacidade de locomoção, à (b) capacidade de audição e à (c) capacidade de fala.	58
Figura 18. Telas criadas para a identificação do (a) nível de visão e de (b) daltonismo no usuário.....	59
Figura 19. Telas criadas para a coleta dos interesses do usuário quanto a (a) filmes, (b) gênero musical e (c) jogos.	60
Figura 20. Telas criadas para dar feedback ao usuário sobre a quantidade de dados importados do Facebook: (a) pré-importação; (b) pós-importação.....	61
Figura 21. Tela inicial do "Who Am I? - mobile": (a) coleta do estado emocional e (b) feedback dado ao usuário após a escolha de um estado emocional.	62
Figura 22. Tela com formulário para o preenchimento de (a) dados demográficos e de (b) características do usuário.	63
Figura 23. Telas criadas para a coleta das preferências de interface relacionadas ao (a) tipo de notificação, à (b) entrada e saída de dados e aos (c) tipos de apresentação da informação.	64
Figura 24. Tela com formulário para o preenchimento informações relacionadas à nutrição e à saúde do usuário.	65
Figura 25. Arquitetura de comunicação para a utilização do "Who Am I? – mobile".	68
Figura 26. Caixa de diálogo solicitando autorização para o envio de dados de perfil para o sistema ubíquo.	70
Figura 27. Resumo do fluxo de informações entre o "Who Am I? – mobile" e os sistemas ubíquos.	75
Figura 28. Nível de concordância dos participantes em relação às quatro afirmações sobre o preenchimento do perfil de usuário no "Who Am I? – mobile"...	80
Figura 29. Arquitetura do BUSS.	84
Figura 30. Adaptação da interface do BUSS durante a interação.	86
Figura 31. Resultados obtidos para cada uma das características da <i>calmness</i> avaliada – VL: muito baixo (<i>very low</i>), L: baixo (<i>low</i>), M: médio (<i>medium</i>) e H: alto (<i>high</i>).	87
Figura 32. Representação do grau de <i>calmness</i> observado durante a interação com o BUSS.	88
Figura 33. Cartões utilizados durante a aplicação da técnica UbiCARD.	90
Figura 34. Telas do aplicativo para a cafeteira: (a) tela inicial para a escolha do tipo de bebida; (b) tela para a escolha do tipo de adoçante; (c) tela de exibição da bebida escolhida.	91

Figura 35. Telas do aplicativo para a geladeira: (a) tela inicial para a escolha do tipo de refeição; (b) tela exibindo a lista de receitas de acordo com as preferências indicadas no perfil de usuário; (c) tela de exibição das receitas.....	92
Figura 36. Interação de um dos participantes com o (a) aplicativo para a cafeteira e com o (b) aplicativo para a geladeira.	93
Figura 37. Duas possíveis adaptações para os elementos de interface do aplicativo para a cafeteira.	94
Figura 38. Resultados obtidos para cada uma das características da <i>calmness</i> avaliada durante a interação com o aplicativo para a cafeteira – VL: muito baixo (<i>very low</i>), L: baixo (<i>low</i>), M: médio (<i>medium</i>) e H: alto (<i>high</i>)......	96
Figura 39. Resultados obtidos para cada uma das características da <i>calmness</i> avaliada durante a interação com o aplicativo para a geladeira – VL: muito baixo (<i>very low</i>), L: baixo (<i>low</i>), M: médio (<i>medium</i>) e H: alto (<i>high</i>)......	97
Figura 40. Representação do grau de <i>calmness</i> observado durante a interação com a simulação da cozinha inteligente.....	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Síntese dos trabalhos relacionados no que diz respeito à coleta, à modelagem e à oferta de perfis de usuários.	33
Tabela 2. Novas dimensões incorporadas à ontologia GUMO.	48
Tabela 3. Nível de perícia: percentual em relação a todos os participantes.	50
Tabela 4. Nível de perícia: percentual em relação a cada grupo.	51
Tabela 5. Perfil dos participantes de ambos os cenários de uso do estudo de caso.	79
Tabela 6. Respostas obtidas a partir da aplicação do SAM.	86
Tabela 7. Respostas obtidas a partir da aplicação do SAM.	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Exemplo de um modelo de usuário parcial que utiliza categorias da ontologia UserOL. Fonte (HECKMANN; KRUEGER, 2003).....	24
Quadro 2. Exemplo do modelo do perfil de usuário. Fonte (YU et al., 2004).	28
Quadro 3. Representação OWL/RDF parcial da ontologia de conhecimento contextual. Fonte (CHIBANI; DJOUANI; AMIRAT, 2003).	29
Quadro 4. Trecho de um perfil de usuário preenchido.	67
Quadro 5. Exemplo de um evento enviado por um sistema ubíquo para o “ <i>Who Am I? – mobile</i> ”.....	70
Quadro 6. Exemplo de um evento enviado pelo “ <i>Who Am I? – mobile</i> ” para a <i>thing</i> do sistema ubíquo.	72
Quadro 7. Política de privacidade do “ <i>Who Am I? - mobile</i> ” a ser compartilhada com os sistemas ubíquos.....	73

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Contexto	13
1.2 Motivação e Objetivos.....	14
1.3 Metodologia de Desenvolvimento do Trabalho	15
1.4 Organização do Trabalho	16
CAPÍTULO 2 - SÍNTESE DO LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	17
2.1 Considerações Iniciais	17
2.2 Computação Ubíqua	18
2.3 Flexibilidade na Computação Ubíqua	19
2.4 Coleta, Modelagem e Oferta de Perfis de Usuários.....	21
2.5 Segurança e Privacidade na Computação Ubíqua	35
2.6 Avaliação de sistemas ubíquos	36
2.7 Considerações Finais	39
CAPÍTULO 3 - UMA ARQUITETURA PARA ATENDER A DIVERSIDADE DE USUÁRIOS NA COMPUTAÇÃO UBÍQUA	40
3.1 Considerações Iniciais	40
3.2 Definição da arquitetura “ <i>Who Am I?</i> ”.....	41
3.3 Um modelo de perfil de usuário para atender a diversidade de usuários .	44
3.4 Criação do aplicativo “ <i>Who Am I? - mobile</i> ” para viabilizar a coleta de perfis de usuários	48
3.4.1 Aplicação da técnica PICTIVE para o design do aplicativo “ <i>Who Am I? – mobile</i> ”	49
3.4.1.1 Durante a sessão de design	51
3.4.1.2 Análise das quatro propostas de design	53
3.4.2 O aplicativo “ <i>Who Am I? – mobile</i> ”	57
3.5 Uma Arquitetura de Comunicação Interoperável	66
3.6 Considerações Finais	76

CAPÍTULO 4 - ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DA ARQUITETURA “WHO AM I?”	77
4.1 Considerações Iniciais	77
4.2 Perfil dos participantes.....	78
4.3 Avaliação do uso do “Who Am I? – mobile”	79
4.4 Cenário de uso: Ponto de ônibus.....	82
4.4.1 Bus Stop System.....	82
4.4.2 Avaliação.....	85
4.5 Cenário de uso: Cozinha Inteligente	89
4.5.1 Aplicativos para a Simulação da Cozinha Inteligente.....	90
4.5.2 Avaliação.....	93
4.6 Considerações Finais	99
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS.....	100
5.1 Síntese das Contribuições	101
5.2 Limitações e Trabalhos Futuros.....	102
5.3 Considerações Finais	103
REFERÊNCIAS.....	104
APÊNDICE A – MODELO DE PERFIL DE USUÁRIO	112
APÊNDICE B – PERFIL DE USUÁRIO (JSON).....	115
APÊNDICE C – REGRAS DE ADAPTAÇÃO DOS ELEMENTOS DE INTERFACE DO BUSS.....	116
APÊNDICE D – REGRAS DE ADAPTAÇÃO DO APLICATIVO PARA A CAFETEIRA.....	117
APÊNDICE E – REGRAS DE ADAPTAÇÃO DO APLICATIVO PARA A GELADEIRA	118
APÊNDICE F – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (CENÁRIO: PONTO DE ÔNIBUS).....	120
APÊNDICE G – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (CENÁRIO: COZINHA INTELIGENTE)	121

APÊNDICE H – AUTORIZAÇÃO DE CAPTAÇÃO E EXIBIÇÃO DE IMAGEM, SOM E NOME	122
APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE PERFIL E AVALIAÇÃO DO “WHO AM I? – MOBILE”	123
APÊNDICE J – QUESTIONÁRIO PARA A AVALIAÇÃO DA CALMNESS (CENÁRIO: PONTO DE ÔNIBUS).....	126
APÊNDICE K – QUESTIONÁRIO PARA A AVALIAÇÃO DA CALMNESS (CENÁRIO: COZINHA INTELIGENTE)	127

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

O termo computação ubíqua, definido por Weiser (1991), é usado para descrever sistemas de Tecnologia da Informação e da Comunicação (TIC) que permitem que seus recursos sejam disponibilizados em todos os lugares, de forma intuitiva e transparente ao usuário (POSLAD, 2009). Na computação ubíqua, a transparência de uso é alcançada quando os dispositivos e serviços estão integrados em um determinado ambiente de tal forma que o seu uso se torna algo inconsciente e fluido ao usuário.

Para alcançar a transparência de uso imaginada por Weiser, Schmidt (2013) destaca que os computadores devem ser sensíveis ao contexto para que possam antecipar as necessidades do usuário e agir proativamente para prestar assistência adequada. Desta forma, um dos principais requisitos de sistemas ubíquos é serem sensíveis ao contexto. Isto significa que os sistemas ubíquos têm a necessidade de conhecer, entre outras informações, o perfil de usuário para que eles possam ser adaptados às diferentes habilidades e capacidades dos usuários, no que diz respeito às características físicas e cognitivas, e preferências de interação. Sendo assim, para a existência de um ambiente ubíquo, o sistema deve monitorar e controlar as condições de contexto e realizar as alterações necessárias por meio de um processo de adaptação (YAMIN, 2004).

1.2 Motivação e Objetivos

Contexto é definido como “toda informação que pode ser utilizada para caracterizar a situação de uma entidade”, sendo que uma entidade consiste em “uma pessoa, lugar ou objeto que é considerado relevante para a interação entre o usuário e uma aplicação, incluindo o usuário e a própria aplicação” (DEY, 2011). Sendo assim, o contexto, em um ambiente ubíquo, pode ser composto por diversos elementos, como dados de localização, características do dispositivo, informação sobre o ambiente de rede, meio do usuário e por atividades sendo executadas no momento (YAMIN, 2004).

Entretanto, para se alcançar a transparência de uso proposta por Weiser, neste trabalho, entende-se como fundamental que os sistemas ubíquos considerem também as necessidades e as preferências dos usuários durante o processo de adaptação. Desta forma, os sistemas podem fazer adaptações na interface, no tipo e na forma em que o conteúdo é apresentado (SAHA; MUKHERJEEP, 2003), considerando também as capacidades dos usuários, que podem ser sensoriais, físicas, cognitivas e emocionais (NERIS et al., 2008).

Cada usuário apresenta um conjunto único de características que deve ser levado em consideração no momento da adaptação do sistema. Essa ideia é apoiada pelo 4º Grande Desafio de Pesquisa da Sociedade Brasileira de Computação, que diz ser necessário estender os sistemas computacionais para todos os brasileiros, respeitando suas diversidades e diferenças (BARANAUSKAS; SOUZA, 2006). A diversidade da população brasileira fica clara ao se considerar alguns dados do IBGE (2013). O Censo realizado em 2010 indicou que 24% da população brasileira afirma ter alguma deficiência (mental, motora, visual e auditiva). O Censo também mostrou que a taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade foi de 9,6% em 2010.

Conforme demonstrado em trabalho anterior (ALENCAR; NERIS, 2012), os sistemas ubíquos conhecidos atendem parcialmente às necessidades de interação da população brasileira. Além disso, na literatura, a maioria dos trabalhos relacionados à adaptação do sistema de acordo com o contexto foca na flexibilidade entre diferentes dispositivos e serviços (MOSCHETTA; ANTUNES; BARCELLOS, 2010; NAKAJIMA, 2004; NICKELSEN et al., 2010) e não em sua adaptação aos diversos tipos de usuários. Também é possível encontrar pesquisas sobre acessibilidade em ambientes

ubíquos que focam em grupos isolados de usuários (ABASCAL et al., 2011; CASAS et al., 2008), sem considerar as necessidades de interação de diferentes grupos em uma abordagem mais universal e inclusiva.

Sistemas ubíquos devem ser capazes de se adaptar às diversas capacidades e habilidades dos usuários, relacionadas com as características físicas e cognitivas, e às preferências de interação. Para se adaptarem, os sistemas ubíquos precisam ter acesso a essas informações que podem ser provenientes de diversas fontes de dados. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo apoiar a flexibilidade na computação ubíqua por considerar diferentes perfis de usuários, facilitando a coleta por meio da integração de diferentes fontes de dados e a oferta desses perfis para os sistemas. Para atender a esse objetivo, a arquitetura “*Who Am I?*” é proposta neste trabalho.

1.3 Metodologia de Desenvolvimento do Trabalho

Este trabalho se propôs a investigar como coletar, como modelar e como disponibilizar o perfil de usuários para a computação ubíqua considerando as diferentes necessidades e preferências de interação dos usuários. Para tanto, a metodologia de pesquisa adotada foi o estudo de caso.

Para a identificação das informações a serem coletadas, fez-se uso das premissas do Design Participativo para a eliciação das necessidades, das habilidades e das preferências em conjunto com os usuários. A abordagem do Design Participativo é utilizada no desenvolvimento de sistemas de informação para que as decisões de design sejam tomadas de uma forma participativa, considerando as contribuições de todos os envolvidos (MUMFORD, 1964; MUMFORD; HENSHALL, 1979). Muller, Haslwanter e Dayton (1997) propuseram uma taxonomia de práticas participativas para orientar designers na escolha de técnicas a serem empregadas ao longo do ciclo de vida do software, considerando os atores envolvidos nessas atividades.

Para a modelagem, este trabalho partiu do estudo teórico da literatura e da avaliação dos modelos encontrados frente às necessidades de mapeamento identificadas com os usuários. Dentre os modelos estudados, a ontologia GUMO foi adotada devido ao seu conjunto de dados relevante para representar o perfil de

usuário. Porém, como essa ontologia não permite a modelagem de preferências relacionadas à interação do usuário com o sistema, foi necessária a sua extensão.

No intuito de deixar os dados coletados disponíveis para os sistemas, uma aplicativo para dispositivos móveis foi construída e utilizada em um estudo de caso com dois cenários de uso. Para permitir que a comunicação entre o aplicativo móvel e os sistemas ubíquos acontecesse de uma forma interoperável, a linguagem UserML e a plataforma *Thing Broker* foram adotados. A UserML foi adotada como formato padrão para descrever o perfil de usuário e a plataforma *Thing Broker* para viabilizar a troca de mensagens entre o aplicativo móvel e os sistemas ubíquos.

1.4 Organização do Trabalho

No Capítulo 2, é apresentada a síntese do levantamento bibliográfico composta por trabalhos que definem os conceitos de computação ubíqua e de flexibilidade na computação ubíqua e por trabalhos que tratam da coleta, do mapeamento e da oferta de perfis de usuários. No Capítulo 2 também são apresentados os princípios e diretrizes adotados para garantir a privacidade dos usuários e a segurança de seus dados e os métodos escolhidos para a avaliação. No Capítulo 3, apresenta-se a arquitetura proposta neste trabalho para apoiar a flexibilidade na computação ubíqua considerando diferentes perfis de usuários, facilitando a coleta por meio da integração de diferentes fontes de dados e a oferta desses perfis para os sistemas ubíquos. No Capítulo 4 é descrito o estudo de caso objetivando a avaliação da arquitetura proposta. Por fim, no Capítulo 5 conclui-se o trabalho apresentando uma síntese das contribuições e das limitações e alguns dos trabalhos futuros.

Capítulo 2

SÍNTESE DO LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

2.1 Considerações Iniciais

Na literatura, o conceito de computação ubíqua é, muitas vezes, relacionado a outros termos, como computação pervasiva e *calm computing*. Com o objetivo de diferenciar estes termos e apresentar a definição adotada neste trabalho, a Seção 2.2 apresenta trabalhos que tratam do tema.

Visto que ser sensível ao contexto é uma das principais características de sistemas ubíquos, conclui-se que a flexibilidade está implícita em tais sistemas. Contudo, o conceito de flexibilidade é amplo e exige um entendimento de como ela se dá na computação ubíqua. Por este motivo, a Seção 2.3 apresenta trabalhos que abordam o conceito de flexibilidade na computação ubíqua.

Uma forma dos sistemas ubíquos serem sensíveis ao contexto é por meio da identificação do perfil de usuário. Perfil de usuário é definido neste trabalho como um conjunto de informações agrupadas que permitem identificar dados demográficos, características pessoais, habilidades, capacidades e preferências de um determinado usuário. Para fornecer a melhor adaptação ao usuário, o sistema deve ter acesso a essas informações, mapeadas em um modelo que possa ser compartilhado com diversos sistemas.

Com o objetivo de conhecer como o perfil de usuário vem sendo disponibilizado aos sistemas, a Seção 2.4 apresenta um conjunto de pesquisas que tratam da coleta,

da modelagem e da oferta de perfis de usuário. Por fim, a Seção 2.5 apresenta algumas diretivas e princípios sobre privacidade e segurança que foram levados em consideração na criação da arquitetura “*Who Am I?*” e a Seção 2.6 descreve os métodos de avaliação adotados em sua avaliação.

2.2 Computação Ubíqua

Em 1991, Mark Weiser tentou prever como seria a computação no século XXI ao afirmar que “*The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it*” (WEISER, 1991). Para definir este conceito, Weiser utilizou a palavra *ubiquitous* ou, ubíquo. Segundo o dicionário de Cambridge, a palavra ubíquo significa encontrado ou existente em toda a parte. Logo, ser ubíquo significa ser onipresente. No entanto, além da onipresença, Weiser associou o desaparecimento dos computadores (do ponto de vista psicológico do usuário) ao significado da palavra ubíquo. Conclui-se então que para ser ubíquo, segundo a definição de Weiser, os sistemas devem ser onipresentes e proporcionarem transparência de uso aos usuários.

A área da computação que busca criar soluções para viabilizar o conceito da ubiquidade foi denominada como Computação Ubíqua. Entretanto, são encontrados na literatura trabalhos que fazem referência à Computação Pervasiva. O dicionário de Cambridge associa a palavra *pervasivo* ao conceito de onipresente ao defini-la como presente ou visível em todas as partes de uma coisa ou lugar. A palavra *pervasivo*, por si só, não define a ubiquidade descrita por Weiser, todavia, Satyanarayanan (2001) define a computação *pervasiva* como uma outra forma de se referir à computação ubíqua.

Segundo Araújo (2003), a computação ubíqua e a computação *pervasiva* são definidas pelo grau de “embarcamento”¹ e de mobilidade de cada uma. Segundo a autora, para ser ubíqua, a solução de software deve ter um alto nível de embarcamento e de mobilidade, enquanto que o conceito de *pervasivo* envolve

¹ O termo “embarcamento” é utilizado por Araújo (2003) para se referir ao “grau de inteligência dos computadores, embutidos em um ambiente *pervasivo*, para detectar, explorar e construir dinamicamente modelos de seus ambientes”.

apenas um alto nível de embarcamento. Essa definição é apoiada por Lyytinen e Yoo (2002), que se referem à computação ubíqua como a possibilidade de qualquer dispositivo configurar os serviços do ambiente em que está, mesmo enquanto se move com o usuário.

Na literatura, também são encontrados trabalhos relacionados à computação ubíqua e pervasiva que fazem referência à *Calm Computing*. Dobson e Nixon (2004) definem computação pervasiva como uma *calm technology*, ou tecnologia calma, sem estresse, que oferece o serviço correto ao usuário, no tempo e no local apropriado e em um formato adequado para o ambiente. A expressão *calm technology* foi usada por Weiser e Brown (1996) para se referir à tecnologia que proporciona um sentimento de familiaridade, ou seja, que aumenta a nossa capacidade de agir sem o aumento da sobrecarga de informações. Segundo Kindberg e Fox (2002), a *calm computing* surge como um novo desafio para a computação ubíqua, porque exige que, na maioria das vezes, a adaptação de sistemas ubíquos aconteça sem a intervenção do usuário.

Diante dos conceitos apresentados, este trabalho assume a definição de Weiser (1991) para a palavra ubíquo e adota a expressão computação ubíqua para se referir à área da computação que busca criar soluções para viabilizar o conceito da ubiquidade. O trabalho adota a expressão sistema ubíquo para se referir a qualquer solução de software desenvolvida para a computação ubíqua, seja ela um sistema, um aplicativo ou um serviço. O trabalho também adere ao desafio de se alcançar a *calmness* durante o design de soluções para a computação ubíqua

2.3 Flexibilidade na Computação Ubíqua

O dicionário de Cambridge define flexibilidade como a capacidade de se adaptar ou de se alterar de acordo com a situação. A flexibilidade em sistemas ubíquos está relacionada à possibilidade de o sistema se adaptar às diferentes condições de contexto.

Por exemplo, Nickelsen et al. (2010) propõem uma plataforma para serviços que permite o desenvolvimento e a execução de aplicações migratórias. Aplicações migratórias têm a capacidade de acompanhar o usuário (por meio da identificação de seu contexto) e se adaptarem aos dispositivos disponíveis no ambiente. Os autores

indicam que aplicações migratórias têm como desafios: reagir à mudança de circunstância, gerenciar vários componentes e definir o comportamento de reconfiguração. Dessa forma, a plataforma proposta por esses autores oferece suporte para a adaptação da interface de usuário, a reconfiguração lógica da aplicação, a mobilidade, o gerenciamento de contexto e a orquestração da migração.

Nakajima et al. (2004) propõem um *middleware* que visa a determinar qual é o melhor dispositivo de interação a ser usado pelo usuário, dependendo do contexto de uso. Segundo os autores, aplicações ubíquas podem ser controladas por diversos dispositivos de entrada e saída de dados e caberia ao programador decidir qual é o melhor deles em cada situação. Para diminuir a complexidade durante o desenvolvimento, o *middleware* recebe comandos de entrada de dados a partir dos dispositivos e repassa esses eventos para as aplicações. Em seguida, o *middleware* recebe o conteúdo enviado pela aplicação ubíqua e determina qual é o dispositivo mais apropriado para exibir o conteúdo para o usuário.

Moschetta, Antunes e Barcellos (2010) abordam a flexibilidade na computação ubíqua na questão da segurança e da privacidade. Para permitir que o usuário determine, dinamicamente, quais os níveis de segurança e de privacidade que deseja durante a realização de tarefas colaborativas, os autores propõem um protocolo flexível para a descoberta de serviços. O protocolo restringe a propagação de mensagens de anúncio, de consulta e de recomendação de serviços de acordo com as configurações de segurança e privacidade definidas pelo usuário.

Na literatura, também são encontradas pesquisas sobre acessibilidade em ambientes que se baseiam em tecnologias da computação ubíqua. Abascal et al. (2011), por exemplo, propõem o sistema EGOKI para gerar interfaces adaptadas para auxiliar pessoas com deficiências em *Ambient Assisted Living*.² O sistema tem como entrada informações provenientes de uma ontologia para representar o perfil de usuário. Na computação, uma ontologia é um modelo de dados que permite a representação de conhecimento de um domínio. As relações semânticas entre os dados de uma ontologia são utilizadas para realizar inferência sobre os objetos do domínio.

² Ambientes criados para prestar assistência a pessoas com deficiências e pessoas idosas em suas próprias casas (ABASCAL et al., 2011).

Para que o sistema possa identificar o usuário e realizar as adaptações necessárias na interface de usuários dos serviços oferecidos, o usuário necessita estar autenticado no sistema. Após a identificação das deficiências do usuário, previamente coletadas e armazenadas na ontologia, o sistema seleciona o recurso mais apropriado para cada elemento de interação e realiza as alterações e adaptações necessárias na interface, de acordo com esses recursos.

Os sistemas para *Ambient Intelligence* (Aml) foram criados para garantir a segurança e estimular as atividades físicas e mentais dos usuários. Casas et al. (2008) propõem a criação de um sistema Aml para uma cozinha que visa auxiliar usuários idosos no desempenho de suas atividades. Para a construção do sistema, os autores propõem o uso do sistema EasyLine para realizar a adaptação das interfaces do sistema. As interfaces são adaptadas de acordo com as necessidades dos usuários. Essas necessidades são expressas em um perfil de usuário composto por informações sobre o nível de expertise do usuário, tipos de entrada e saída de dados, configurações de áudio e preferências relacionadas à interface.

Como pode ser observado nos trabalhos citados, a adaptação dos sistemas é uma preocupação constante no desenvolvimento de sistemas ubíquos. Entretanto, a maioria dos trabalhos relacionados à adaptação do sistema de acordo com o contexto foca na flexibilidade entre dispositivos (NICKELSEN et al., 2010; NAKAJIMA et al., 2004) e serviços (MOSCHETTA; ANTUNES; BARCELLOS, 2010). Também é possível observar que as pesquisas sobre acessibilidade em ambientes ubíquos focam em grupos isolados de usuários (ABASCAL et al., 2011; CASAS et al., 2008) sem considerar as necessidades de interação de diferentes grupos em uma abordagem mais universal e inclusiva.

2.4 Coleta, Modelagem e Oferta de Perfis de Usuários

Em um sistema ubíquo, as informações que compõem o perfil de usuário podem ser provenientes de diversas fontes, como sensores (ex.: sensor de distância, microfones, termômetros, bafômetros, etc.), perfis de redes sociais, dispositivos móveis e tecnologias de web semântica. Cada uma dessas fontes pode disponibilizar

os dados em um modelo de dados diferente, o que acaba dificultando a interoperabilidade entre os sistemas.

Para solucionar este problema, Martinez-Villaseñor, Gonzalez-Mendoza e Hernandez-Gress (2012) propõem a utilização de uma ontologia, baseada na *Simple Knowledge Organization for the Web*³ (SKOS), para modelar o perfil de usuário com dados provenientes de diferentes fontes. A SKOS provê um padrão para a representação de sistemas de organização do conhecimento por meio da utilização do *Resource Description Framework*⁴ (RDF). A estrutura do perfil de usuário contém conceitos para definir o conhecimento nas dimensões *DevicesUsed*, *ServicesUsed*, *HealthAndSpecialNeeds* e *PreferencesAndInterests*, como pode ser visto na Figura 1.

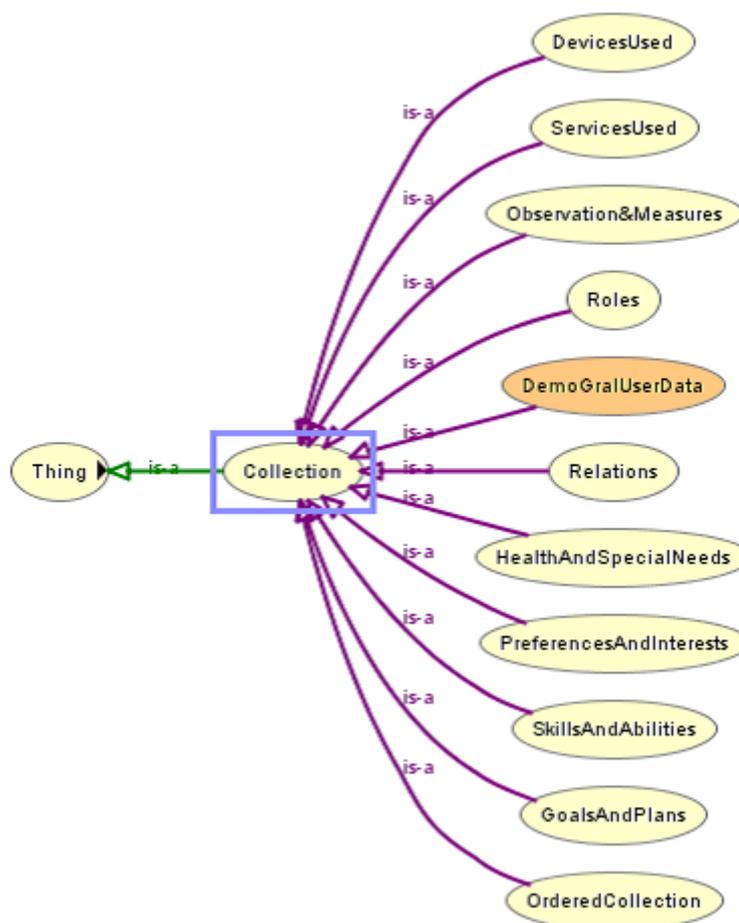


Figura 1. Coleções do modelo de usuário. Fonte (MARTINEZ-VILLASEÑOR; GONZALEZ-MENDOZA; HERNANDEZ-GRESS, 2012).

³ <http://www.w3.org/2004/02/skos/>

⁴ RDF é uma linguagem para representar informações na Internet (<http://www.w3.org/RDF/>).

Alguns dados do perfil de usuário são estáticos (ex.: nome, cidade natal), alguns são semi-estáticos, isto é, que perdem sua validade após um período de tempo (ex.: alergias, deficiências) e alguns mudam constantemente (ex.: localização atual, calorias diárias ingeridas). Os autores argumentam que cada um desses dados é importante para a personalização e adaptação do sistema.

A ontologia para a modelagem de perfis de usuários foi construída com base na rede social Facebook, na FOAF⁵ e no perfil de usuário de uma aplicação web especializada em monitorar a dieta e a atividade física do usuário. Para tanto, foi desenhado um esquema conceitual para cada um destes provedores de informações de perfil e um para o modelo do perfil de usuário. A Figura 2 mostra as inter-relações entre os fornecedores e os consumidores de perfil e a ontologia para a modelagem do perfil de usuário. Os fornecedores de informações de perfil podem ser aplicações de redes sociais, registros pessoais de saúde, aplicações web e sensores. Os consumidores de perfil são as aplicações que farão uso do modelo para realizar as adaptações necessárias.

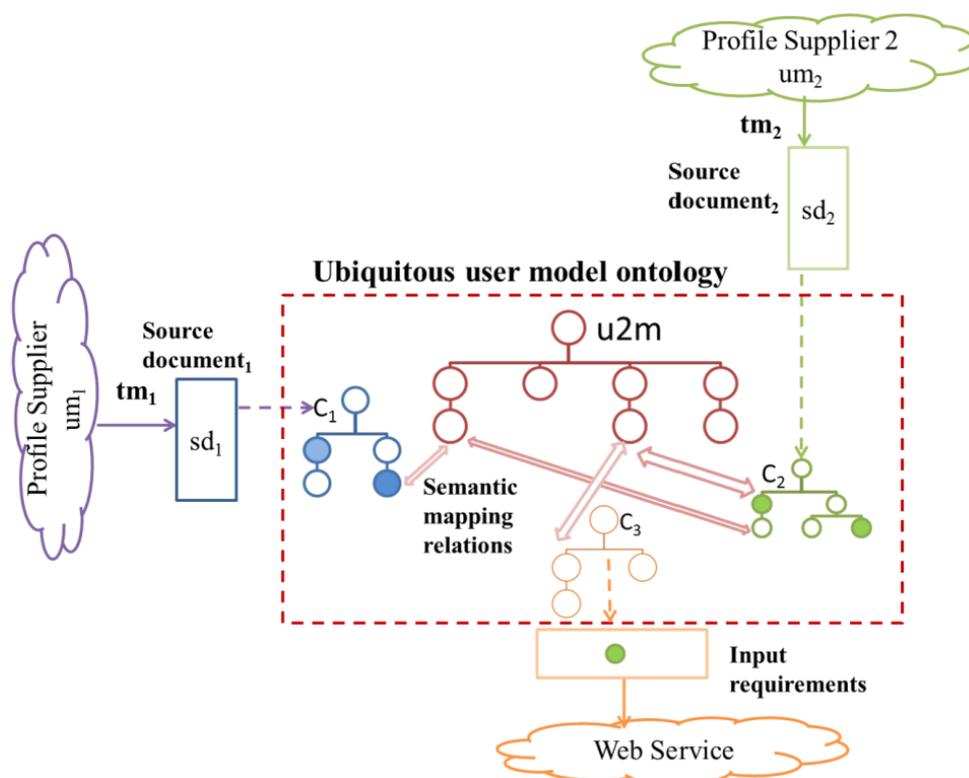


Figura 2. Inter-relações entre o fornecedores e consumidores de perfil e a ontologia para a modelagem do usuário. Fonte (MARTINEZ-VILLASEÑOR; GONZALEZ-MENDOZA; HERNANDEZ-GRESS, 2012).

⁵ Um acrônimo de *Friend of a friend*, uma ontologia que descreve pessoas, suas atividades e relações com outras pessoas e objetos (<http://www.foaf-project.org/>).

Heckmann e Krueger (2003) propõem a UserML, uma linguagem de marcação para sistemas ubíquos. A linguagem tem como objetivo permitir a troca de informações entre sistemas ubíquos, possibilitando que diferentes sistemas trabalhem em conjunto. A UserML, que é baseada na *eXtensible Markup Language*⁶ (XML), usa uma estrutura de módulos que são conectados via identificadores e referências a esses identificadores. Essa abordagem permite que a estrutura de árvore do XML possa ser estendida.

A UserML está dividida em dois níveis: (1) estrutura XML simples, composta por três elementos: *category*, *range* e *value* (ver Quadro 1) e (2) ontologia que define as categorias. Essa abordagem permite que os sistemas possam usar suas próprias ontologias e a linguagem UserML para mapeá-las.

Quadro 1. Exemplo de um modelo de usuário parcial que utiliza categorias da ontologia UserOL. Fonte (HECKMANN; KRUEGER, 2003).

```
<UserModel>
  <UserData id="231">
    <category>userproperty.timepressure</category>
    <range>low-medium-high</range>
    <value>high</value>
    <ontology>"http://www.u2m.org/UserOL/"</ontology>
  </UserData>
  <UserData id="224">
    <category>userproperty.walkingspeed</category>
    <range>slow-normal-fast</range>
    <value>fast</value>
    <ontology>"http://www.u2m.org/UserOL/"</ontology>
  </UserData>
  <UserData id="122">
    <category>usercontext.location</category>
    <range>airport.location</range>
    <value>X35Y12</value>
    <ontology>"http://www.u2m.org/UserOL/"</ontology>
  </UserData>
</UserModel>
```

⁶ <http://www.w3.org/XML>

Heckmann et al. (2005) propõem a *General User Model Ontology* (GUMO), uma ontologia representada na *Web Ontology Language*⁷ (OWL), para a interpretação uniforme dos modelos de usuários. Na ontologia GUMO, o modelo de perfil de usuário é composto por quatro classes principais: *Basic User Dimensions*, *Context Dimensions*, *Domain Dependent Dimensions* e *Sensor Dimensions*. A classe *Basic User Dimensions* (ver Figura 3) é composta por subclasses que mapeiam as habilidades, as características, os dados demográficos e o estado emocional do usuário, entre outros. A classe *Context Dimensions* permite o mapeamento da localização e do ambiente físico e social em que o usuário está inserido e a classe *Domain Dependent Dimensions* permite o mapeamento dos interesses e de algumas preferências do usuário.

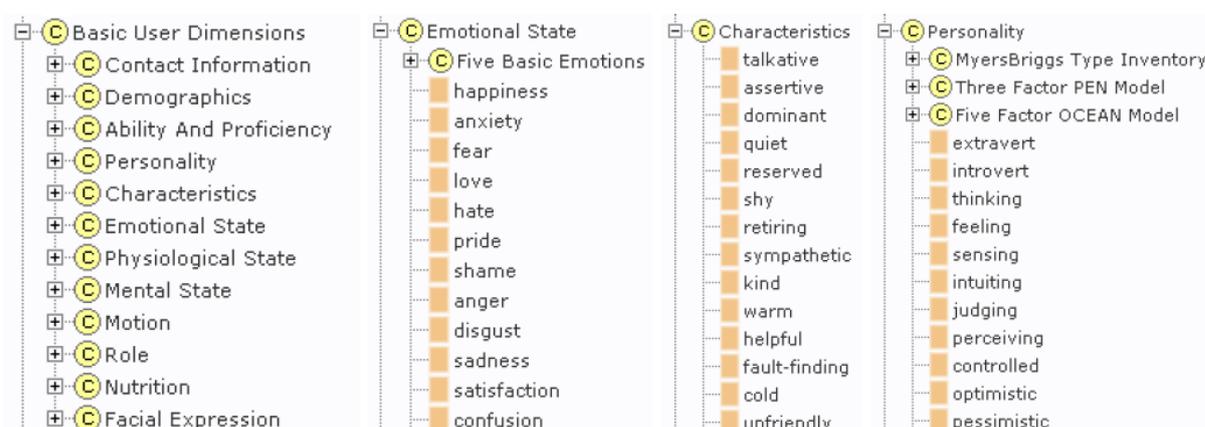


Figura 3. A classe *BasicUserDimensions* e suas subclasses *Emotional State*, *Characteristics* e *Personality*. Fonte (HECKMANN et al., 2005).

A ontologia GUMO utiliza três atributos para a representação da informação: *predicate*, *range* e *auxiliary*. O atributo *predicate* é usado para descrever cada uma das informações do perfil de usuário. O atributo *range* indica quais são os valores possíveis a serem atribuídos ao *predicate*. O atributo *auxiliary* representa a relação existente entre o *predicate* e o usuário. Para representar, por exemplo, o conhecimento do usuário sobre sinfonias, a divisão se daria da seguinte forma: *auxiliary=hasKnowledge*, *predicate=symphonies* e *range=poor-average-good-excellent*.

Para o gerenciamento das informações do usuário, é utilizado o serviço de modelo de usuário u2m.org. Esse serviço consiste em um servidor independente com

⁷ <http://www.w3.org/TR/owl-features/>

uma abordagem distribuída que permite acessar e armazenar informações sobre os usuários, e trocar e compreender os dados entre diferentes sistemas. A semântica para todos os conceitos é mapeada para a ontologia GUMO. Os sistemas podem recuperar ou adicionar informações para o servidor por meio de requisições HTTP ou por meio de um serviço web UserML.

A ontologia GUMO faz uso do modelo de mundo UbisWorld (HECKMANN, 2003) para identificar as dimensões do modelo básico do usuário. O UbisWorld consiste em um modelo para a representação do mundo real. Ele representa pessoas, objetos, locais etc. O modelo UbisWorld permite a representação de informações sobre o usuário, como dados demográficos, interesses, estados psicológico e fisiológico, características pessoais, entre outros. A ontologia GUMO fornece um modelo de usuário de nível superior, isto significa que o conhecimento mais geral do mundo pode ser representado por outras ontologias.

Panagiotopoulos, Seremeti e Kameas (2011) propõem uma ontologia para a representação do perfil de usuário. A ontologia proposta é definida em OWL e tem como foco as atividades realizadas pelo usuário. Os autores levam em consideração a influência da atividade na mudança de contexto, nas preferências e no estado emocional do usuário. Para tanto, as classes *Activity*, *PermanentProfile*, *PersonContext* e *Preferences* são definidas.

A classe *Activity* é responsável pela definição do que o usuário quer fazer em um determinado momento e contexto. A classe *PermanentProfile* contém informações gerais sobre o usuário para expressar aspectos estáticos, como informações pessoais e interesses. Um conjunto de *TemporaryProfiles* estão associados ao *PermanentProfile*. Neles estão contidas as necessidades e preferências do usuário que devem ser aplicadas quando o contexto de uma atividade muda. Por fim, a classe *PersonContext* contém as dimensões do contexto, como localização, humor, estado e tempo.

A classe *Preferences* define o ambiente e outras preferências na esfera da atividade. Essa classe está dividida em *EnvironmentalConditionPreference* (ex.: temperatura, iluminação, vento), *ObjectPreference* (ex.: ar-condicionado, lâmpada, TV) e outras preferências relacionadas com o ambiente em que a atividade está sendo realizada. Essas outras preferências incluem como o usuário deseja interagir com o sistema dependendo da tarefa que está realizando. Por exemplo, se o usuário deseja

dormir, então o ambiente deve configurar a televisão para apenas tocar música (sem imagens).

Hervás e Bravo (2011) propõem um modelo de contexto para permitir que a informação desejada seja oferecida no momento certo e de forma adequada em ambientes inteligentes. O modelo de contexto é definido com base em duas perspectivas: visualização da informação e questões de inteligência do ambiente. O objetivo dessa abordagem é que a visualização da informação seja melhorada a partir do reconhecimento das características ambientais. Para tanto, são definidas três ontologias OWL: ontologia do usuário, ontologia do dispositivo e ontologia do ambiente físico.

A ontologia do usuário (HERVÁS; BRAVO; FONTECHA, 2010) permite a identificação das características do usuário (ex.: dados pessoais, interesses, filiações etc.), o que ele quer fazer (planejamento de atividades) e o que está fazendo (questões dinâmicas e circunstanciais, como a localização, tarefas e objetivos atuais).

Essa ontologia foi utilizada em um cenário envolvendo grupos de usuários que compartilham interesses e agendas, e que trabalham de forma colaborativa. No ambiente protótipo criado, a interação com TVs é mediada por meio de celulares com *Near Field Communication*⁸ (NFC) e monitores que usam *tags* NFC com ações associadas. Quando o usuário toca uma *tag*, o dispositivo móvel envia a informação associada via Bluetooth ou *General Packet Radio Service*⁹ (GPRS) para o servidor de contexto. O servidor então analisa sua situação, infere suas necessidades de informação e as tarefas atuais e oferece a interface adaptada.

Yu et al. (2004) propõem uma abordagem baseada no perfil de usuário para melhorar a eficiência e a precisão nas consultas espaço-temporais nos serviços baseados em localização. O perfil de usuário proposto considera o contexto espacial e temporal do usuário e é especificado por um esquema XML. O conteúdo do perfil de usuário é composto por duas partes: as preferências do usuário e um histórico de atividades. O perfil fica armazenado no dispositivo móvel do usuário ou em um gerenciador de perfil em um servidor, sendo que o usuário pode atualizar suas preferências de acordo com contextos específicos.

⁸ <http://www.nfc-forum.org/aboutnfc/>

⁹ <http://www.gsma.com/aboutus/gsm-technology/gprs>

O Quadro 2 apresenta parte de um exemplo do modelo do perfil de usuário em um cenário de turismo.

Quadro 2. Exemplo do modelo do perfil de usuário. Fonte (YU et al., 2004).

```
<xsd:complexType name="profile">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element ref="preference">
  </xsd:sequence>
  <xsd:attribute name="userID" type="xsd:string"/>
</xsd:complexType>
<xsd:element name="preference">
  <xsd:complexType>
    <xsd:sequence>
      <xsd:element ref="metadata">
      <xsd:element name="food" type="foodtype">
      <xsd:element name="museum" type="museumtype">
      <xsd:element name="sports" type="sportstype">
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>
<xsd:element name="food">
  <xsd:complexType>
    <xsd:sequence>
      <xsd:element ref="metadata">
      <xsd:element name="flavour" type="xsd:string">
      <xsd:element name="menu" type="menulist">
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>... ..
<xsd:element name="museum">
  <xsd:complexType>
    <xsd:sequence>
      <xsd:element ref="metadata">
      <xsd:element name="location" type="spatialtype">
      <xsd:element name="class" type="xsd:string">
      <xsd:element name="distancelimit" type="xsd:gMinute">
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>
<xsd:element name="location">
  <xsd:complexType>
    <xsd:sequence>
      <xsd:element ref="metadata">
      <xsd:element name="address" type="addresstype">
      <xsd:element name="nearbyentity"
        type="topologicaldescription">
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

Nesse exemplo, são descritas as preferências de um viajante. Como pode ser observado no Quadro 2, cada registro histórico é descrito por anotações que são identificadas por uma ontologia construída para o cenário proposto. A ontologia registra as atividades de longo prazo (um mês, uma semana) e as de curto prazo (uma tarde).

Chibani, Djouani e Amirat (2003) propõem um *middleware* semântico para a computação ciente do contexto. Para garantir a interoperabilidade semântica dos objetos que fazem parte do ambiente ubíquo, é utilizada a *User Context Ontology for Ubiquitous Services* (UCOUS), uma ontologia definida pela OWL, para fornecer uma descrição semântica do conhecimento contextual em um formato compreensível por qualquer agente de serviço no ambiente ubíquo. O conhecimento contextual é modelado utilizando as classes *ContextInformation*, *User* e *Time*, todas representadas em OWL/RDF, como mostra o Quadro 3.

Quadro 3. Representação OWL/RDF parcial da ontologia de conhecimento contextual.
Fonte (CHIBANI; DJOUANI; AMIRAT, 2003).

```
<owl:Class rdf:ID="User"/>
<owl:Class rdf:ID="ContextInformation"/>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="createdAt">
  <rdfs:domain rdf:resource="ContextInformation"/>
  <rdfs:range rdf:resource="/damltime/time-entry.owlInstantThing"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="trueAt">
  <rdfs:range rdf:resource=" /damltime/timeentry.owl#InstantThing"/>
  <rdfs:domain rdf:resource=ContextInformation"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID=contextOf>
  <rdfs:domain rdf:resource="ContextInformation"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="context">
  <rdfs:range rdf:resource="ContextInformation"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="User"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="preference">
  <rdfs:range rdf:resource="ContextInformation"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="User"/>
</owl:ObjectProperty>
```

A classe *ContextInformation* permite que as propriedades de atributos contextuais sejam descritas. Essa classe é modelada por três propriedades do objeto: *createdAt*, *trueAt* e *contexto*. A classe *User* possui duas propriedades em sua ontologia - *Context* e *Preference* – para descrever um usuário do sistema. A classe *Time* descreve informações baseadas em *timestamp*. Essa classe é modelada pela classe *InstantThing*. Essas três classes permitem a descrição da semântica de atributos contextuais de qualquer usuário. Para a captura dos dados, o middleware possui agentes de serviço de contexto que capturam dados de diferentes fontes de contexto (ex.: sensores). A informação contextual é compartilhada por meio de agentes de serviço.

Com o objetivo de fornecer interfaces adaptadas e focadas no usuário final, Martini e Librelotto (2012) propõem uma arquitetura que utiliza conceitos de computação ubíqua e representação de perfil de usuário. A arquitetura é composta por dois domínios: (1) aplicativo (lado cliente) que contém a parte lógica da aplicação para o dispositivo móvel e a linguagem descritiva da interface do usuário (UIDL.xml) e (2) servidor que possui a ontologia que descreve o perfil de usuário.

O perfil de usuário leva em consideração necessidades especiais (motora, visual, auditiva, cognitiva), preferências (idioma, somente texto, somente imagens, cor, etc.), experiência com o uso de sistemas computacionais (iniciante, mediano, experiente), dados demográficos (idade, sexo, nacionalidade) e dados culturais. Esses itens que compõem o perfil de usuário foram escolhidos pelos autores a partir do trabalho de Shneiderman (2000).

O perfil de usuário é representado por uma ontologia expressa em OWL. Conforme pode ser visto na Figura 4, a ontologia é atualizada por informações sobre preferências e deficiências repassadas pelo aplicativo do usuário e pelos dados capturados por sensores que são disponibilizados em um documento XML. Para realizar as adaptações necessárias, o servidor executa regras que cruzam os dados capturados pelos sensores, perfil do usuário e perfil do dispositivo. Após a adaptação da interface, o servidor devolve o documento XML para o aplicativo. O aplicativo então atualiza o UIDL.xml.

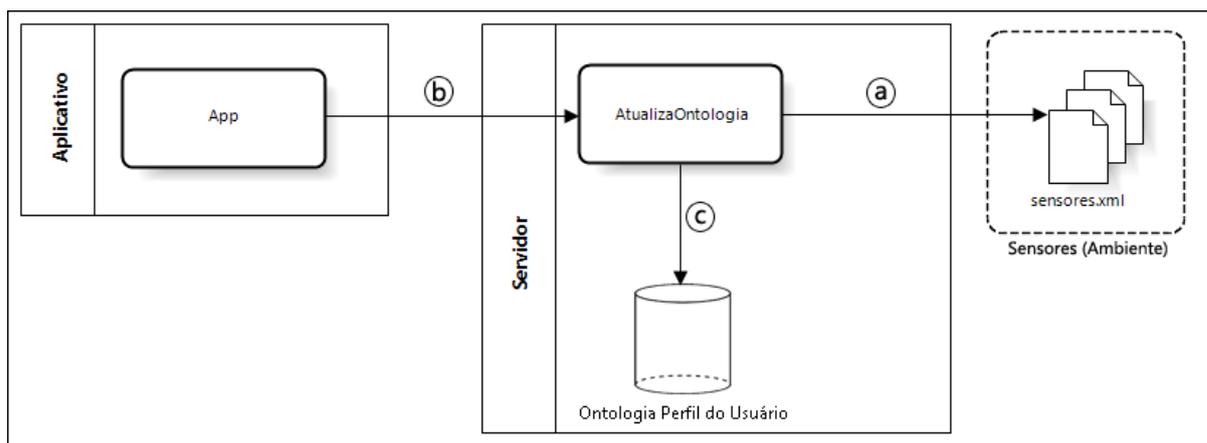


Figura 4. Atualização da Ontologia Perfil do Usuário. Fonte (MARTINI; LIBRELOTTO, 2012).

Durán et al. (2010) apresentam um meta-modelo de perfil de usuário para ser utilizado em conjunto com sistemas de recomendação de conteúdo e de serviços, com o objetivo de melhorar a experiência e atender aos anseios dos usuários em ambientes ubíquos. Esse modelo, que é representado em RDF, combina informações pessoais, informações de contexto e informações sobre as preferências do usuário. Por ser integrado ao meta-modelo *Collaborative Aggregated Multimedia* - CAM (BILASCO et al., 2010), o meta-modelo proposto contém informações sobre o conteúdo, serviços e ambientes físico e técnico.

A estrutura de dados do perfil de usuário é composta pelas classes:

- *UserMetadataContainer*: agrupa todas as informações relacionadas ao usuário;
- *UserPersonalDescription*: inclui informações pessoais sobre o usuário;
- *UserDemographicDescription*: modela as informações relacionadas aos dados demográficos do usuário;
- *UserAbilities*: refere-se às habilidades do usuário;
- *PhysiologicalState*: contém informações relacionadas ao estado fisiológico do usuário;
- *UserPreferenceDescription*: está relacionada com as classes fundamentais do modelo que permitem especificar preferências, dependendo da informação de contexto. Essa classe pode ser estendida com vários tipos de preferências, como o tipo de conteúdo preferido pelo usuário ou preferências do dispositivo;

- *UserEnvironmentalDescription*: está relacionada com a definição do ambiente onde o usuário se encontra;
- *Location*: define a localização do ambiente em que o usuário está;
- *UserCurrentDescription*: refere-se a características relacionadas ao estado emocional e/ou mental do usuário;

Nos cenários criados para o estudo, o modelo foi utilizado diretamente no sistema, ficando a cargo dele coletar os dados dos usuários. A Figura 5 mostra o modelo proposto instanciado com um perfil de usuário.

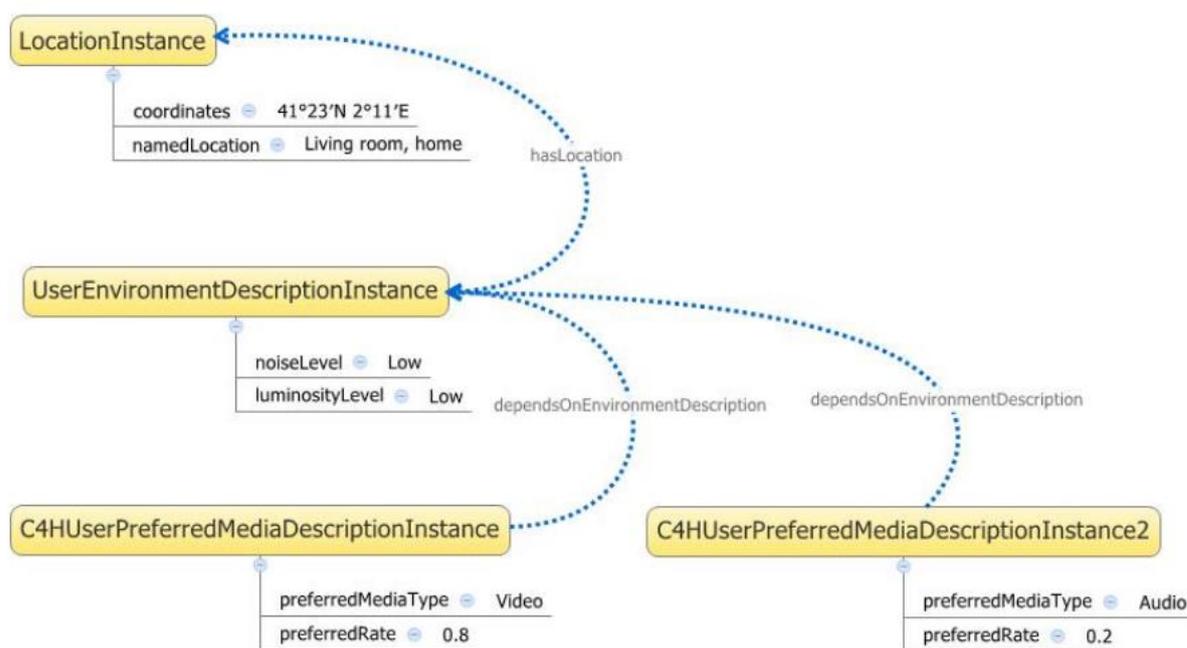


Figura 5. Exemplo do perfil de usuário instanciado. Fonte (DURÁN et al., 2010).

A Tabela 1 apresenta uma síntese dos trabalhos relacionados, indicando quais apresentam soluções para a coleta, a modelagem e a oferta de perfis de usuários. Como pode ser observado, a maioria dos trabalhos propõem formas para se realizar ou a coleta e a modelagem ou a modelagem e a oferta de perfis de usuários. Apenas Chibani, Djouani e Amirat (2003) propõem um *middleware* que engloba as três funcionalidades. Entretanto, este *middleware* não atende a diversidade de usuários, pois o perfil de usuário adotado não considera características importantes para a interação com sistemas ubíquos, como a adaptação de elementos de interface às necessidades e preferências dos usuários.

Tabela 1. Síntese dos trabalhos relacionados no que diz respeito à coleta, à modelagem e à oferta de perfis de usuários.

Trabalhos	Funcionalidade	Coleta	Modelagem	Oferta
(MARTINEZ-VILLASEÑOR; GONZALEZ-MENDONZA; HERNANDEZ-GRESS, 2012)		Rede social, sensores e outras fontes	Ontologia	
(HECKMANN; KRUEGER, 2003; HECKMANN, 2003; HECKMANN et al., 2005)			Ontologia	Serviço web
(PANAGIOTOPOULOS; SEREMETI; KAMEAS, 2011)			Ontologia	
(HERVÁS; BRAVO; FONTECHA, 2010; HERVÁS; BRAVO, 2011)			Ontologia	Consultas (<i>queries</i>) à ontologia
(YU et al., 2004)		Dispositivo móvel e servidor	Ontologia	
(CHIBANI; DJOUANI; AMIRAT, 2003)		Agentes de serviço	Ontologia	Agentes de serviço
(MARTINI; LIBRELOTTO, 2012)		Sensores e dispositivo móvel	Ontologia	
(DURÁN et al., 2010)			RDF	

Na arquitetura proposta por Martini e Librelotto (2012), o perfil de usuário é modelado por meio de uma ontologia que é atualizada por informações provenientes do dispositivo móvel do usuário e de sensores. Nessa arquitetura, o perfil de usuário não é disponibilizado às aplicações, ele é utilizado apenas para determinar quais alterações devem ser realizadas na interface de usuário do dispositivo móvel. Durán et al. (2010) também não propõem uma forma de disponibilizar o perfil de usuário a outros sistemas. O modelo de perfil de usuário proposto pelos autores deve ser incorporado a cada um dos sistemas que desejam fazer uso dele.

Apesar de alguns dos trabalhos não abordarem a forma de acesso às ontologias, uma forma de se fazer isso seria por meio de consultas (*queries*) utilizando,

por exemplo, o software Protégé,¹⁰ desde que as ontologias estivessem disponíveis para acesso.

Em relação à modelagem do perfil de usuário, alguns dos trabalhos não focam nas necessidades e preferências do usuário e sim nas características do sistema, como as atividades que são realizadas e o tipo de informação que é visualizado pelo usuário (PANAGIOTOPOULOS; SEREMETI; KAMEAS, 2011; HERVÁS; BRAVO, 2011). Apesar de algumas abordagens terem como foco o usuário (YU et al., 2004; CHIBANI; DJOUANI; AMIRAT, 2003; MARTINEZ-VILLASEÑOR; GONZALEZ-MENDONZA; HERNANDEZ-GRESS, 2012), elas não consideram características importantes para a interação com sistemas ubíquos, como a adaptação dos elementos de interface às necessidades e preferências dos usuários.

Apesar da ontologia GUMO (HECKMANN et al., 2005) fazer uso do modelo *UbisWorld*, que contém um conjunto grande de informações sobre o usuário, ela mantém apenas informações mais gerais, não permitindo, por exemplo, a modelagem de preferências relacionadas à interação do usuário com o sistema. No entanto, essa ontologia destacou-se pelo conjunto relevante de dados para representar o perfil de usuário. Por este motivo, a ontologia GUMO foi adotada para modelar o perfil de usuário e estendida para contemplar informações relevantes para a adaptação das interfaces de usuário.

Observa-se que os trabalhos citados utilizam formatos conhecidos, como XML, RDF, OWL e formatos derivados destes, para descreverem os dados de perfil de usuário. Entretanto, como cada trabalho adota um formato diferente na construção das soluções de software, não há como garantir a interoperabilidade entre elas. Por este motivo, este trabalho adotou a *JavaScript Object Notation* (JSON) como formato de arquivo padrão e a linguagem UserML para estruturar o perfil de usuário no arquivo JSON, de forma a viabilizar a troca de perfis de usuários entre sistemas ubíquos de uma forma interoperável.

O estudo realizado também contribuiu para o entendimento de fatores importantes que foram levados em consideração durante a criação da arquitetura proposta neste trabalho, como a persistência do perfil de usuário instanciado no dispositivo móvel do usuário (PANAGIOTOPOULOS; SEREMETI; KAMEAS, 2011; YU et al., 2004) e a utilização de fontes externas para a captura de dados do usuário

¹⁰ <http://protege.stanford.edu/>

(MARTINEZ-VILLASEÑOR, GONZALEZ-MENDONZA, HERNANDEZ-GRESS, 2012).

2.5 Segurança e Privacidade na Computação Ubíqua

Segundo Langheinrich (2002), não há como garantir impecavelmente a segurança de informações pessoais, porém, é possível construir sistemas que permitam ao usuário estar ciente de sua própria privacidade e que contem com normas sociais e legais para a proteção contra malfeitores. Para atender a esses objetivos, o autor propõe seis princípios a serem seguidos para preservar a privacidade na computação ubíqua: (1) notificação; (2) escolha e consentimento; (3) proximidade e localidade; (4) anonimato e pseudonimato;¹¹ (5) segurança; e (6) acesso e recurso.

Para viabilizar a escolha e o consentimento, isto é, permitir que o usuário indique com quais sistemas deseja compartilhar seus dados, o autor sugere a utilização do *Platform for Privacy Preferences Project* (P3P), um protocolo criado para permitir aos sites declararem o uso pretendido das informações coletadas sobre os usuários a partir de navegadores web. O protocolo permite que sejam declarados o propósito de uso, o beneficiário e o tempo de retenção de cada dado.

Essas informações também estão presentes na UserML (HECKMANN; KRUEGER, 2003). A UserML incluiu os atributos *access*, *purpose* e *retention* em sua especificação para permitir a distribuição controlada de dados sensíveis, isto é, qualquer informação que possibilite a discriminação dos seus titulares. O atributo *access* indica que classe de usuários pode ler a informação (*public*, *friends* ou *private*). O atributo *purpose* é utilizado para restringir a finalidade de uso das informações, tendo como possíveis valores: *comercial*, *research* ou *minimal*. Por fim, o atributo *retention* controla o tempo (*long*, *middle* ou *short*) que a informação pode ser armazenada ou usada.

¹¹ Langheinrich utiliza a palavra *pseudonymity* para se referir à possibilidade do usuário utilizar um pseudônimo como forma de garantir a sua privacidade. No anonimato, não há identificação alguma do indivíduo, enquanto que o pseudonimato (um neologismo vindo do termo em inglês) permite a utilização de um nome fictício para representar o indivíduo.

Lahlou, Langheinrich e Röcker (2005) recomendam a adoção de nove diretivas europeias para o design de privacidade na construção de sistemas ubíquos (LAHLOU; JEGOU, 2004). A diretiva número oito está diretamente relacionada ao tempo de retenção, pois recomenda que todos os dados relacionados ao usuário tenham uma data de validade.

Os trabalhos citados destacam a importância da definição de uma política de privacidade que determine quem, para que e por quanto tempo os sistemas ubíquos podem ter acesso aos dados de perfil de usuário. Além do mais, Langheinrich (2002) ressalta no primeiro princípio definido (notificação) que os sistemas devem ter acesso a essa política de privacidade antes do recebimento dos dados de perfil de usuário, por este motivo, o autor sugere que ela seja embutida no protocolo de descoberta de serviços adotado.

Este trabalho buscou adotar os princípios e diretivas propostos por Langheinrich (2002) e Lahlou, Langheinrich e Röcker (2005) na criação da arquitetura proposta neste trabalho.

2.6 Avaliação de sistemas ubíquos

Com o objetivo de se avaliar tanto aspectos técnicos como emocionais na interação com os sistemas desenvolvidos no estudo de caso, foram selecionados dois métodos de avaliação, a escala *Self Assessment-Manikin Scale* (SAM) (Lang, 1985) e um framework para avaliar o grau de *calmness* em aplicações ubíquas proposto por Riekkilä et al. (2004).

O questionário SAM é um método de avaliação que utiliza pictogramas e contempla questões relacionadas à qualidade afetiva de um sistema computacional. A partir dele é possível identificar três dimensões: satisfação, motivação e sentimento de controle ao utilizar um sistema computacional. Cada dimensão do SAM é representada por uma escala com valores de 1 a 9 (como pode ser visto na Figura 6) e o usuário deve escolher aqueles que melhor representam suas emoções.

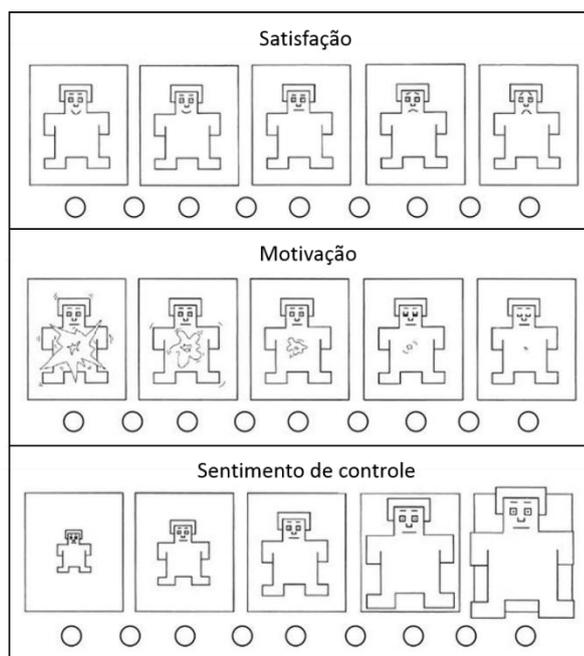


Figura 6. Dimensões do SAM – Satisfação, Motivação e Sentimento de Controle.¹²

Conforme destacado na Seção 2.2, a *calm technology* refere-se à tecnologia que proporciona um sentimento de familiaridade ao usuário, atingindo assim a transparência de uso imaginada por Weiser. A transparência é alcançada quando os dispositivos e serviços estão integrados em um determinado ambiente de tal forma que o seu uso se torna algo inconsciente e fluido ao usuário. Desta forma, dentre os parâmetros de avaliação de um sistema ubíquo deve estar a *calmness*, isto é, o uso inconsciente deste sistema pelos usuários.

Riekki et al. (2004) propõem um framework que permite avaliar o nível de *calmness* em sistemas ubíquos. Segundo os autores, a *calmness* é definida como “uma medida centrada no usuário que descreve como um sistema aparece para o usuário”.¹³ O framework permite avaliar a *calm timing* e a *calm interaction* de aplicações ubíquas. A *calm timing* indica o quanto o sistema interage com o usuário na situação certa e é avaliada pelas características: *availability* e *context-sensitive timing*. A *calm interaction* define como a interação com a aplicação se encaixa em determinada situação e é avaliada pelas características: *relevancy of interaction* e *courtesy of interaction*. Essas quatro características recebem um dos valores muito baixo, baixo, médio e alto.

¹² Adaptado de http://irtel.uni-mannheim.de/pxlab/demos/index_SAM.html.

¹³ Tradução literal de: “a user-centric measure that describes how a system appears to the user”

Para obter a representação do resultado médio da avaliação da *calmness*, considerando-se a interação de todos os participantes do estudo, neste trabalho, os valores quantitativos 0, 1, 2 e 3 foram atribuídos, respectivamente, a cada um dos valores qualitativos muito baixo, baixo, médio e alto. Formalmente, para cada uma das quatro características avaliadas, a fórmula (1) foi utilizada:

$$\frac{(U3 \times 3 + U2 \times 2 + U1 \times 1)}{U} \quad (1)$$

onde:

U : quantidade de usuários que participaram da avaliação;

$U3$: quantidade de usuários que marcaram o valor 3 (alto);

$U2$: quantidade de usuários que marcaram o valor 2 (médio);

$U1$: quantidade de usuários que marcaram o valor 1 (baixo).

Os valores obtidos a partir da aplicação da fórmula (1) são então marcados na Figura 7 e ligados através de linhas, de tal maneira que formem um quadrilátero, como prevê o *framework*.

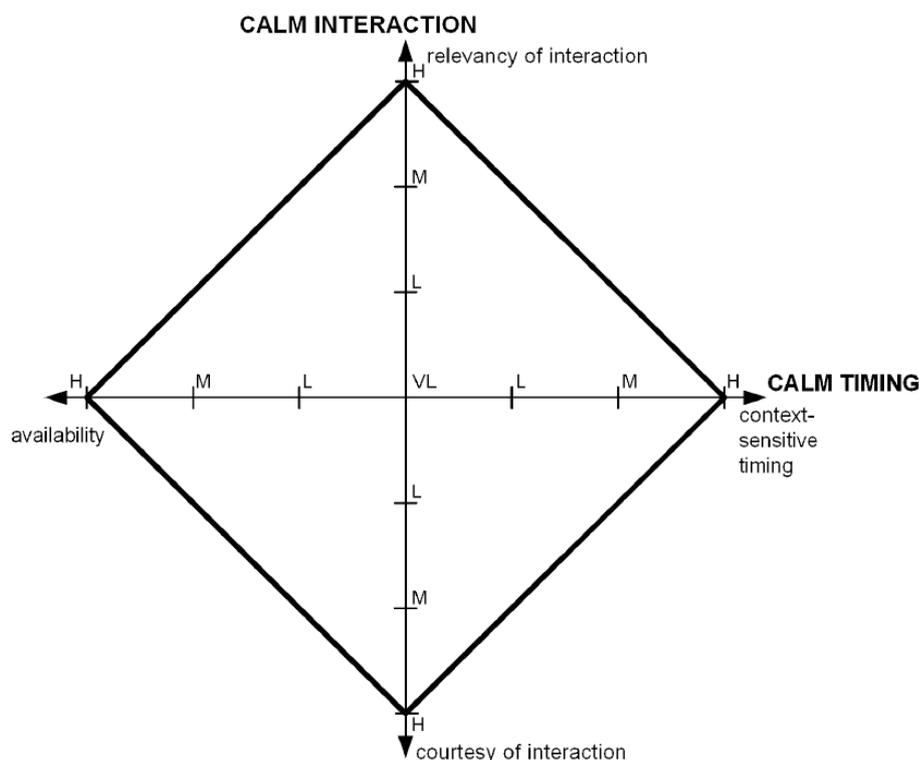


Figura 7. Representação da *calmness* nas dimensões *calm timing* e *calm interaction*.
Fonte (RIEKKI et al. 2004).

A figura resultante representa a *calmness* do sistema, ou seja, quanto inconscientemente o sistema pode ser usado nas tarefas cotidianas. A forma e o tamanho da figura resultante indicam o nível de *calmness* do sistema.

Acredita-se que por meio da utilização do questionário SAM e do framework para a avaliação da *calmness* seja possível alcançar uma visão holística que contemple tanto aspectos técnicos como emocionais durante a interação dos usuários com os sistemas ubíquos.

2.7 Considerações Finais

Apesar das propostas apresentadas na Seção 2.4 visarem ao apoio à flexibilidade em sistemas ubíquos, elas não oferecem uma estrutura completa que facilite a coleta por meio da integração de diferentes fontes de dados e a oferta desses perfis para os sistemas. Ao adotá-las, cabe aos desenvolvedores decidirem como resolverão as demais questões envolvidas, como:

- “Como determinar quais informações sobre o usuário são relevantes para a adaptação da interface de usuário do sistema? ”
- “Como integrar diferentes fontes de dados durante a obtenção de informações sobre o usuário? ”;
- “Qual deve ser o formato a ser adotado para a representação da informação de forma a garantir a interoperabilidade entre os sistemas durante a troca de informações? ”

Com o objetivo de apoiar designers e desenvolvedores durante a criação de sistemas flexíveis, isto é, que se adaptam às necessidades e preferências dos usuários, no Capítulo 3 apresenta-se a arquitetura “*Who Am I?*”, proposta para viabilizar a coleta, a modelagem e a oferta de perfis de usuários para os sistemas ubíquos.

Capítulo 3

UMA ARQUITETURA PARA ATENDER A DIVERSIDADE DE USUÁRIOS NA COMPUTAÇÃO UBÍQUA

3.1 Considerações Iniciais

O Capítulo 2 mostrou um conjunto de trabalhos que sugeriam formas para se realizar a modelagem do perfil de usuário para a computação ubíqua. Alguns desses modelos englobam um conjunto grande de informações relacionadas ao perfil de usuário, mas parece não haver um que interprete os dados provenientes de diversas fontes de dados. Além do mais, esses modelos não levam em consideração as necessidades e preferências de interação do usuário, visto que apenas focam em informações pessoais sobre o usuário, dados demográficos, preferências, etc.

Dentre os trabalhos mencionados, apenas alguns fornecem uma indicação de como os dados são coletados (ex.: importação de dados a partir de redes sociais) e de como o perfil já mapeado é disponibilizado aos sistemas (ex.: realização de consultas em ontologias).

Por este motivo, este trabalho tem como objetivo apoiar a flexibilidade na computação ubíqua considerando diferentes perfis de usuários, facilitando a coleta por meio da integração de diferentes fontes de dados e a oferta desses perfis para os sistemas. Para atender a esse objetivo, projetou-se a arquitetura “*Who Am I?*” para a) atender a diversidade de usuários por considerar suas necessidades e preferências de interação como parte do modelo de perfil de usuário adotado, b) viabilizar a coleta

de perfis de usuários por meio de um coletor e c) permitir a comunicação entre o coletor e os sistemas ubíquos de uma forma interoperável.

Na Seção 3.2 deste capítulo é apresentada a arquitetura “*Who Am I?*” e seu funcionamento. Na Seção 3.3 descreve-se como o modelo de perfil de usuário adotado pelo “*Who Am I? – mobile*” foi determinado considerando as necessidades e as preferências de interação dos usuários. O aplicativo “*Who Am I? – mobile*”, desenvolvido para viabilizar a coleta de perfis de usuários, é apresentado na Seção 3.4. Por fim, na Seção 3.5 delinea-se a arquitetura de comunicação adotada para permitir que a comunicação entre o “*Who Am I? – mobile*” e os sistemas ubíquos aconteça de uma forma interoperável.

3.2 Definição da arquitetura “*Who Am I?*”

A arquitetura “*Who Am I?*” é composta pelo “*Who Am I? – mobile*” e pelo “*Who Am I? – web*”. O “*Who Am I? – mobile*” consiste em um aplicativo móvel para a plataforma Android que coleta e disponibiliza perfis de usuários para a computação ubíqua. Por sua vez, o “*Who Am I? – web*” consiste em um site para auxiliar designers e desenvolvedores de soluções para a computação ubíqua que desejam utilizar a arquitetura “*Who Am I?*”.

Como pode ser visto na Figura 8, o “*Who Am I? – mobile*” é responsável por a) receber requisições de envio de dados de perfil dos sistemas ubíquos, b) notificar o usuário para que ele autorize ou não o envio dos dados solicitados e c) enviar os dados solicitados. Em posse desses dados, os sistemas ubíquos podem adaptar a interface do sistema para atender as necessidades e preferências de interação dos usuários.

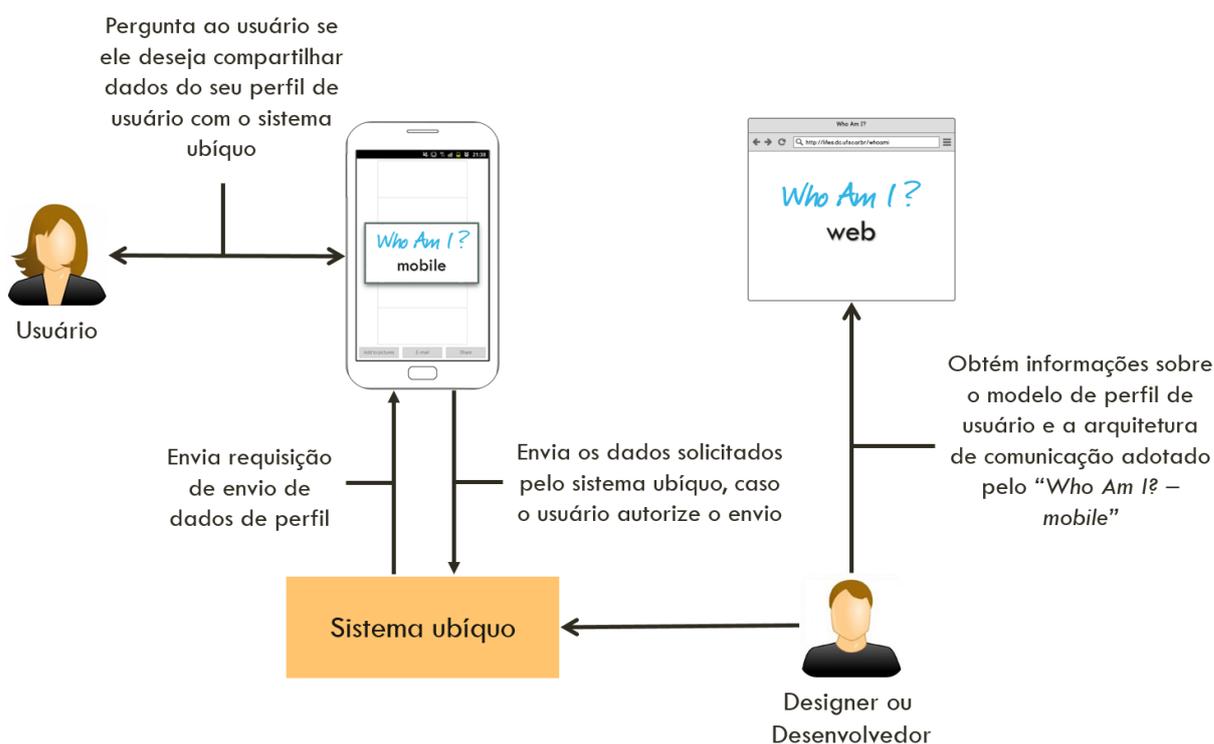


Figura 8. Arquitetura "Who Am I?"

O "Who Am I? – web"¹⁴ disponibiliza aos designers e desenvolvedores o modelo de perfil de usuário adotado pelo "Who Am I? – mobile" e a arquitetura de comunicação a ser adotada durante o desenvolvimento de sistemas ubíquos. Além do mais, o site oferece exemplos de sistemas e aplicações ubíquas desenvolvidas tendo como base o perfil de usuário disponibilizado pelo "Who Am I? – mobile".

No "Who Am I? – mobile", a coleta de dados de perfil de usuário é realizada de três formas (como é mostrado na Figura 9): (1) preenchimento de formulário pelo usuário; (2) importação de dados do perfil de usuário do Facebook; e (3) indicação de características do usuário por meio dos seus amigos no Facebook. Os dados provenientes dessas três fontes são armazenados no dispositivo móvel do usuário e, quando solicitados pelos sistemas ubíquos, são mapeados em um arquivo no formato JSON.

¹⁴ Disponível em <http://lifes.dc.ufscar.br/whoami>.

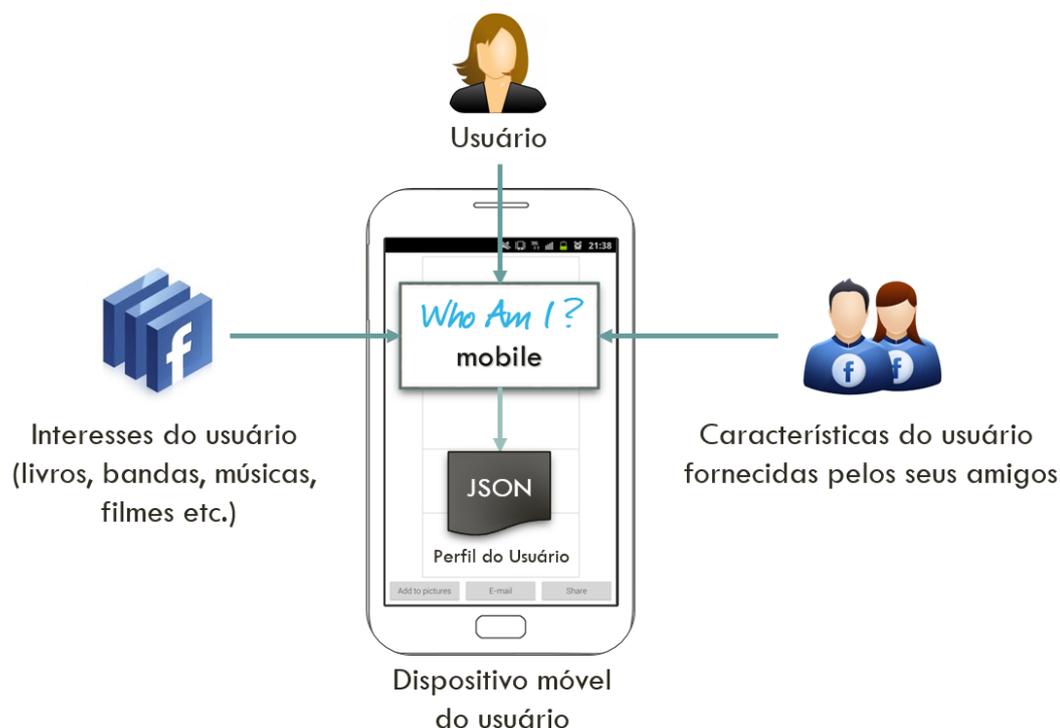


Figura 9. Estrutura para a coleta de dados e a geração do arquivo JSON contendo o perfil de usuário.

O desenvolvimento da aplicação para a indicação de características pessoais do usuário não faz parte do escopo deste projeto. Contudo, pretende-se desenvolvê-la posteriormente. A aplicação terá um *quiz* por meio do qual os amigos do usuário poderão indicar quais são as suas características pessoais. O aceite dos dados informados será facultado ao usuário. Serão estudadas estratégias para não permitir que essa ferramenta seja utilizada como uma forma de *bullying*.

A próxima seção mostra como se deu a escolha do conjunto de dados a ser coletado pelo “*Who Am I? – mobile*” de forma a considerar as preferências e as necessidades de interação dos usuários.

3.3 Um modelo de perfil de usuário para atender a diversidade de usuários

O estudo apresentado na Seção 2.4 mostrou as diferentes formas encontradas na literatura para se realizar a modelagem do perfil de usuário. Dentre elas, a ontologia GUMO destacou-se pelo conjunto relevante de dados para representar o perfil de usuário. Além do mais, o uso da ontologia associado à linguagem UserML permite a troca de perfis de usuários entre sistemas ubíquos de uma forma interoperável. Sendo assim, o conjunto de dados a ser coletado pelo aplicativo *“Who Am I? – mobile”* parte do uso do modelo de dados da ontologia GUMO.

Entretanto, apesar do conjunto extenso de dados da ontologia GUMO, ela não contempla informações sobre as necessidades e as preferências de interação do usuário, não possibilitando a adaptação dos elementos de interface dos sistemas ubíquos. Por este motivo, a técnica UbiCARD (ALENCAR; NERIS, 2013) foi aplicada para identificar quais dados, além dos contidos na ontologia GUMO, deveriam fazer parte do modelo de perfil de usuário do *“Who Am I? – mobile”* de forma a atender a diversidade de usuários no que diz respeito à adaptação da interface de usuário dos sistemas ubíquos.

Tendo como base a técnica de CARD (TUDOR et al., 1993), a técnica UbiCARD foi criada para identificar quais informações sobre o usuário são relevantes para a adaptação de interfaces de usuário de sistemas ubíquos. A técnica faz uso de um conjunto de cartões que identificam a funcionalidade de um determinado dispositivo e com quais outros dispositivos ele se comunica. A equipe a ser formada para a aplicação da técnica é composta por representantes dos usuários alvo de estudo, por um designer e por um desenvolvedor. A técnica UbiCARD é composta por três etapas:

1. Identificação de possibilidades de interação. Os usuários pensam nas possibilidades de interação com o ambiente e indicam, através de cartões, quais funcionalidades gostariam de utilizar;
2. Design e discussão sobre viabilidade. O representante do usuário é convidado a desenhar como ele gostaria que fosse a interface do dispositivo ao usar determinada funcionalidade; ocorre uma discussão entre a equipe com o objetivo de identificar questões de viabilidade;

3. Formalização do perfil de interação. Identificar questões importantes para o design de aplicações ubíquas.

Na primeira etapa da aplicação da técnica UbiCARD, é apresentado ao usuário o cenário em que o design será aplicado. O usuário então é convidado a pensar nas possibilidades de interação com o ambiente e indicar, através dos cartões, quais funcionalidades gostaria de utilizar. Caso o usuário pense em alguma funcionalidade não definida em um dos cartões, ele tem a opção de criá-la preenchendo um cartão em branco do dispositivo em questão. Os cartões escolhidos pelo usuário são colocados no dispositivo correspondente, visto que serão usados na segunda etapa. Durante a escolha dos cartões o usuário é convidado a verbalizar seus pensamentos para que o áudio a ser gravado seja analisado posteriormente e detalhes das escolhas feitas sejam capturados.

Após a escolha dos cartões, é realizada uma discussão entre a equipe. Durante essa discussão, são verificados detalhes das funcionalidades e questões de viabilidade. O usuário é convidado a desenhar como ele gostaria que fosse a interface do dispositivo ao usar determinada funcionalidade. Como a técnica integra a visão de um designer e de um desenvolvedor, ambos podem colaborar na criação do desenho. O objetivo da criação do desenho não é ter uma solução de design, mas discutir questões de viabilidade acerca das funcionalidades dos dispositivos. O designer e o desenvolvedor, cada um em seu respectivo papel, ajudam o usuário a pensar na viabilidade das decisões tomadas pelo usuário, por exemplo, na escolha de um determinado dispositivo ao invés de outro para realizar uma determinada tarefa.

Por fim, na terceira etapa, o material proveniente da aplicação da técnica deve ser analisado e devem ser identificadas as características relacionadas às necessidades e preferências de interação de cada usuário (ex.: usuário prefere que as informações sejam apresentadas de forma sonora e textual). Em seguida, são identificadas as características comuns entre os usuários. Não é necessário que cada característica esteja presente no perfil de todos os usuários. É possível também que uma característica importante de interação esteja presente no perfil de um único usuário. A partir dessas características é possível criar categorias que representam as necessidades e preferências de todos os usuários (ex.: Mais de uma forma de apresentação das informações).

A técnica UbiCARD foi aplicada com quatro famílias no contexto de uma cozinha inteligente.¹⁵ Na primeira etapa, foi solicitado aos membros da família que pensassem nas possibilidades de interação com o sistema e indicassem, através dos cartões criados, quais funcionalidades gostariam de utilizar. Na segunda etapa, eles foram convidados a desenharem como gostariam que fosse a interface do sistema ao utilizar determinada funcionalidade. Em seguida, ocorreu uma discussão entre a equipe com o objetivo de identificar questões de viabilidade. Na terceira etapa, as necessidades e as preferências de interação foram identificadas por meio de uma análise dos cartões escolhidos e dos desenhos feitos pelos usuários. A Figura 10 mostra a aplicação da técnica com uma das famílias.¹⁶



Figura 10. Aplicação da técnica UbiCARD com uma das famílias: (a) escolha dos cartões, (b) criação de novos cartões quando necessário, (c) fixação dos cartões nos dispositivos, (d) desenho da interface dos dispositivos para as funcionalidades escolhidas e (e) intervenção do design e do desenvolvedor durante a criação do desenho.

A partir dos resultados da aplicação da técnica UbiCARD, foi extraído um conjunto de dados da ontologia GUMO e esse conjunto foi estendido para contemplar as novas informações identificadas. As classes *Basic User Dimensions* e *Domain Dependent Dimensions* foram selecionadas da ontologia GUMO. Da classe *Basic*

¹⁵ No contexto deste trabalho, cozinha inteligente deve ser entendida como um ambiente ubíquo em que os eletrodomésticos e eletroeletrônicos se comunicam entre si e oferecem um conjunto de funcionalidades de forma a facilitar as atividades diárias das pessoas.

¹⁶ Outras informações podem ser obtidas no artigo, disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2577138>.

User Dimensions, foram selecionadas as subclasses *Abilities*, *Characteristics*, *Demographics*, *Emotional State*, *Nutrition* e *Personality* para representarem informações diretamente ligadas ao perfil de usuário (ver Figura 10). Da classe *Domain Dependent Dimensions*, foram selecionadas as subclasses *Interest* e *Preference*.

A subclasse *Interest* permite a identificação dos interesses dos usuários relacionados a filmes, músicas, jogos, atividades recreativas, esportes, etc. Apesar da subclasse *Preference* permitir a definição das preferências de interface do usuário, como pode ser visto na Figura 11, apenas são incluídas as dimensões *Layout* e *Modality*. Além do mais, essas duas dimensões por si só não possibilitam a adaptação da interface de sistemas ubíquos.

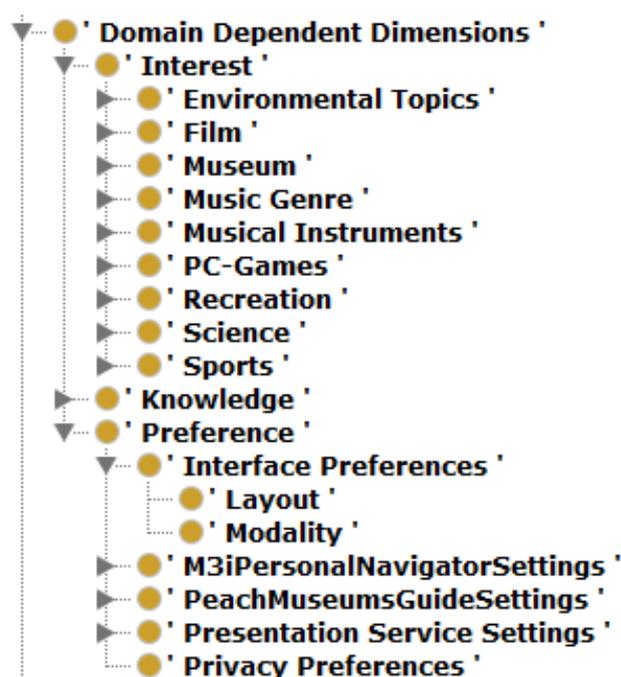


Figura 11. Detalhes das subclasses *Interest* e *Interface Preferences*.

A aplicação da técnica UbiCARD possibilitou a extensão das subclasses *Abilities*, *Nutrition* e *InterfacePreferences*. A subclasse *Nutrition* teve seu nome alterado para *Health* para se adequar aos novos itens incorporados. Também foram definidas novas subclasses para agruparem determinadas informações. A Tabela 2 apresenta as novas informações adicionadas à ontologia e suas respectivas subclasses.

A especificação completa do modelo de perfil de usuário definido a partir da ontologia GUMO e de sua extensão por meio da aplicação da técnica UbiCARD pode ser encontrada no APÊNDICE A.

Tabela 2. Novas dimensões incorporadas à ontologia GUMO.

SubClasse mãe	Subclasse	Nova dimensão
Ability	<i>Capabilities</i>	<i>Ability To Differentiate Colors</i>
Health	-	<i>Blood Pressure</i>
		<i>Diabetes</i>
		A B O (tipo sanguíneo)
		<i>Rh Factor</i>
Interface Preferences	<i>Avatar</i>	<i>Avatar</i>
	<i>Notifications</i>	<i>Sound Notification</i>
		<i>Visual Notification</i>
	<i>Layout</i>	<i>Font Size</i>
		<i>Graphical Element Size</i>
		<i>Contrast</i>
	<i>Input</i>	<i>Voice Input</i>
		<i>Touch Input</i>
	<i>Output</i>	<i>Visual Output</i>
		<i>Voice Output</i>
	<i>Information Presentation</i>	<i>Text</i>
		<i>Image</i>
		<i>Color</i>
		<i>Sound</i>
		<i>Sign Language</i>

A próxima seção descreve como o Design Participativo foi empregado para realizar o design do “*Who Am I? – mobile*” tendo como base o modelo de perfil de usuário definido e apresentado nesta seção.

3.4 Criação do aplicativo “*Who Am I? - mobile*” para viabilizar a coleta de perfis de usuários

O aplicativo “*Who Am I? – mobile*” foi criado para viabilizar a coleta de perfis de usuários para a computação ubíqua. Para identificar a melhor forma de se coletar os

dados do perfil de usuário, a técnica PICTIVE (MULLER, 1991) foi empregada para o design do aplicativo. Essa técnica foi escolhida com o objetivo de reunir usuários, designers e desenvolvedores durante o processo de concepção do aplicativo.

A próxima seção descreve a aplicação da técnica PICTIVE e como os resultados obtidos influenciaram no design do “*Who Am I? – mobile*”.

3.4.1 Aplicação da técnica PICTIVE para o design do aplicativo “*Who Am I? – mobile*”

A técnica de Design Participativo PICTIVE – *Plastic Interface for Collaborative Technology Initiatives through Video Exploration* – foi proposta por Muller (1991) com o objetivo de aumentar o grau de participação do usuário no processo de design. A técnica PICTIVE tem como objetivos: a) habilitar os usuários para atuarem como participantes na concepção de sistemas; b) melhorar a obtenção de conhecimentos para o projeto e a qualidade do sistema resultante; e c) melhorar o andamento do processo de engenharia de software. Esses objetivos são alcançados por meio do envolvimento de usuários e *stakeholders* no processo de design.

A técnica utiliza materiais de escritório (como canetas, marcadores de texto, papel, Post-It™ de vários tamanhos, adesivos e cliques de papel) e objetos de design (como campos de consulta, barras de menus, caixas de diálogo, etc.). O uso destes elementos de baixa tecnologia é combinado com a gravação em vídeo da sessão de design. Durante a sessão de design, os participantes são convidados a pensar sobre o que eles gostariam que o sistema faça. A sessão de design é gravada para que as decisões tomadas e as opiniões dos diferentes participantes possam ser registradas e usadas posteriormente pelos desenvolvedores.

Visto que o “*Who Am I? – mobile*” seria desenvolvido para a plataforma Android, um conjunto de ícones e elementos de interface do sistema foi escolhido para representarem os objetos de design. Para tornar o design das telas mais realístico, a borda de um *smartphone* Nexus 4 foi impressa e recortada para ser usada pelos participantes.

A técnica PICTIVE foi aplicada a um grupo de vinte pessoas. Antes da sessão de design, os participantes responderam a um questionário de levantamento de perfil e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e a Autorização de Captação e Exibição de Imagem, Som e Nome. Além de gravações em vídeo, o

Design Rationale (LEE; KUM-YEW, 1991) foi adotado para documentar as decisões de design tomadas pelos participantes.

O *Design Rationale* foi representado por meio da ferramenta *Compendium*¹⁷ que utiliza o método IBIS (RITTEL; KUNZ, 1970) para a representação das decisões de design. O método IBIS trata o processo de design como uma conversa entre as partes interessadas para a resolução dos problemas de design. Sendo assim, durante a sessão de design foram capturados os problemas de design, as ideias para solucioná-los, os pontos positivos e negativos de cada ideia e a solução final escolhida.

O grupo de vinte participantes era composto por homens e mulheres com idade entre 21 e 50 anos, com um nível de escolaridade do ensino superior à pós-graduação. Em relação ao número total de participantes, 55% já haviam participado de algum processo de design e 60% tinham algum conhecimento (do básico ao avançado) no desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis (ver Tabela 3). Os participantes foram divididos em quatro grupos com cinco participantes cada. Como pode ser visto na Tabela 4, havia usuários, designers e desenvolvedores dentro de cada um dos grupos.

Tabela 3. Nível de perícia: percentual em relação a todos os participantes.

Nível de perícia	Porcentagem (em relação ao número total de participantes)
Participação em processo de design	55%
Participação em aplicação de técnica ou prática de design participativo	35%
Experiência com desenvolvimento	100%
Experiência com o desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis	60%

¹⁷ <http://compendium.open.ac.uk/>

Tabela 4. Nível de perícia: percentual em relação a cada grupo.

Grupo \ Nível de perícia	Participação em processo de design	Experiência com o desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis
1	3/5	2/5
2	4/5	3/5
3	3/5	3/5
4	1/5	4/5

3.4.1.1 Durante a sessão de design

Antes do início da sessão de design, a técnica PICTIVE foi apresentada aos participantes. Foi explicado que a) a técnica seria utilizada para realizar o design do aplicativo “*Who Am I? – mobile*”; b) os dados coletados pelo aplicativo seriam usados para instanciar o perfil de usuário; e c) o perfil de usuário seria disponibilizado posteriormente para os sistemas ubíquos. Também foi explicado que alguns dos dados a serem coletados poderiam ser obtidos a partir do Facebook.

Finalmente, foram entregues aos participantes os materiais de escritório, os objetos de design, uma folha contendo o conjunto de dados a ser coletado (ver a Seção 3.3 e o APÊNDICE A) e uma cartolina para servir de mesa compartilhada para a realização do design. A interação entre os participantes de cada grupo (ver Figura 12) foi registrada por câmeras e, após a sessão de design, cada grupo descreveu a sua solução de design, como pode ser visto na Figura 13.



Figura 12. Interação entre os participantes de cada grupo durante a sessão de design.

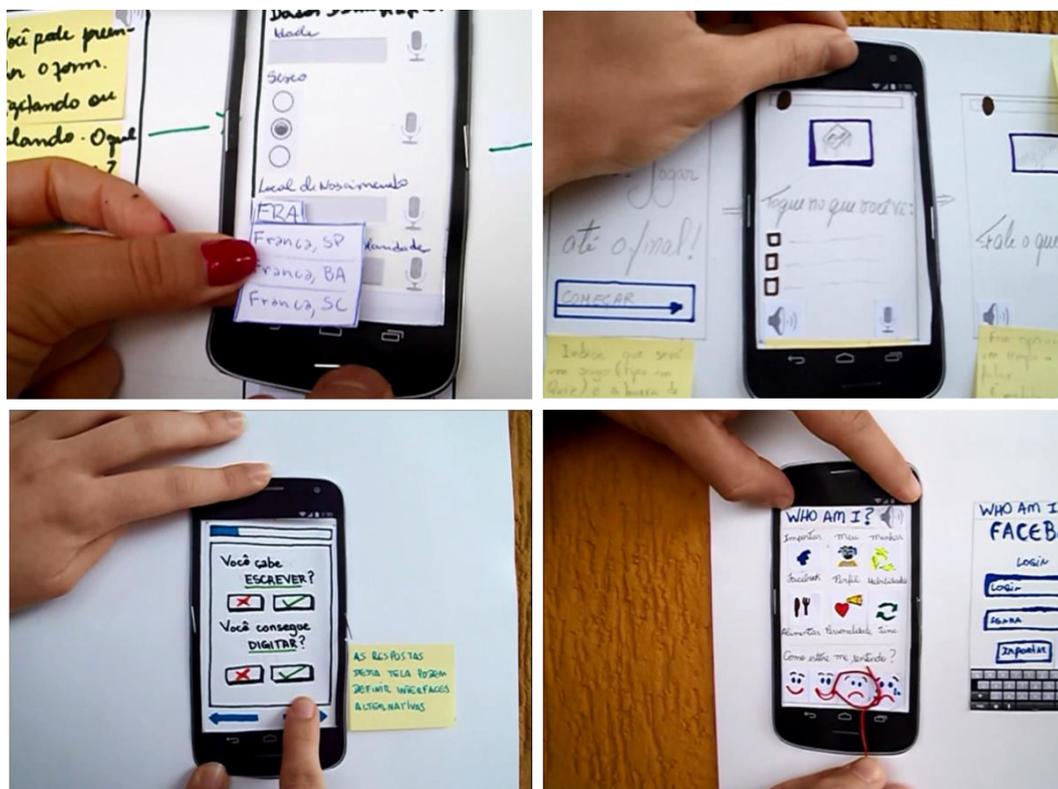


Figura 13. Participantes descrevendo as soluções de design propostas.

Durante a sessão de design, os designers anotaram as decisões que foram tomadas e, posteriormente, documentaram-nas com a ajuda do software *Compendium*.¹⁸

3.4.1.2 Análise das quatro propostas de design

As gravações em vídeo, os mapas criados por meio do *Design Rationale* e as propostas de design criadas pelos grupos proporcionaram uma visão das várias decisões tomadas pelos grupos. Por meio da análise desses insumos, observou-se que os participantes levantaram várias questões relacionadas à privacidade do usuário e à segurança dos dados. Por exemplo, um participante argumentou:

“Hoje em dia, quem usa aplicações que envolvem informações pessoais pode se perguntar: Será que alguém será capaz de acessar minhas informações se eu perder meu smartphone ou ele for roubado? Será que alguém será capaz de acessar os meus dados?”

Um dos participantes apontou a necessidade da interface fornecer um meio de fazê-lo sentir-se tranquilo com a sua privacidade e a segurança dos seus dados. Outro participante destacou que os usuários devem ser capazes de escolher o tipo de informação que estará disponível em seu perfil de usuário. O Grupo 1 propôs que o acesso às informações de perfil fosse protegido por senha (ver Figura 14.a). Caso a senha fosse digitada incorretamente mais de três vezes, o perfil de usuário seria enviado para o endereço de e-mail cadastrado no aplicativo e o perfil seria excluído do dispositivo. O Grupo 3 propôs a sincronização do perfil de usuário com outros dispositivos pessoais (ver Figura 14.b) como uma forma para realizar o *backup* dos dados.

¹⁸ <http://compendium.open.ac.uk/>



Figura 14. Soluções de design propostas pelos grupos para preservar a privacidade do usuário e aumentar a segurança dos dados.

Os participantes também demonstraram grande preocupação com questões de acessibilidade. O Grupo 4 propôs que as configurações de acessibilidade fossem realizadas no primeiro acesso ao aplicativo, para garantir que as necessidades do usuário fossem atendidas de imediato. Essa preocupação também foi observada nas questões de design levantadas nos mapas do *Design Rationale*. Na Figura 15, por exemplo, é mostrado o mapa criado por um dos grupos para determinar como o teste de capacidade auditiva seria realizado.

Ainda em relação à acessibilidade, o Grupo 2 propôs que as capacidades do usuário fossem inferidas indiretamente. Por exemplo, para determinar se existe alguma perda auditiva, o usuário deveria clicar em um botão quando ouvisse um determinado som; para identificar algum problema visual, o usuário deveria indicar quais elementos ele estava enxergando em uma determinada imagem.

Outra preocupação dos participantes foi incentivar os usuários a preencher todos os campos do perfil. Os grupos adotaram abordagens diferentes para fazer isso, como o uso de barras de progresso (ver Figura 15.a) e a apresentação de uma mensagem de boas-vindas (ver Figura 15.b).

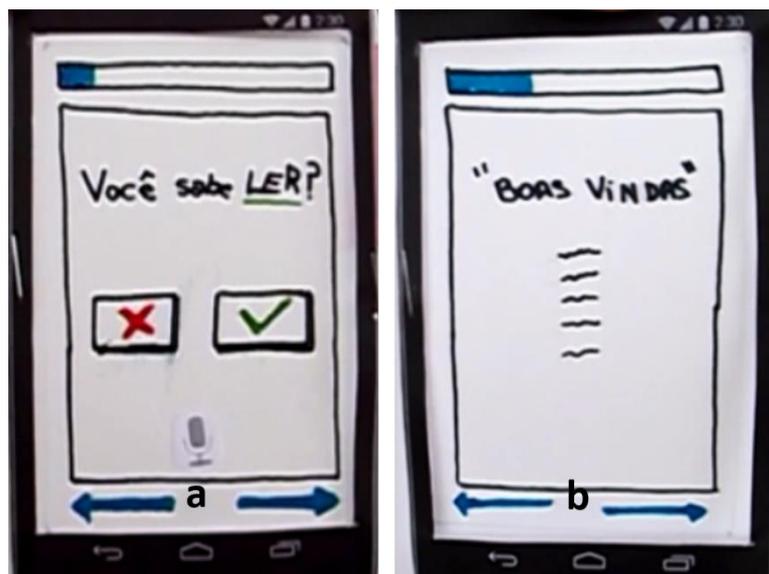


Figura 15. Soluções de design propostas pelos grupos para estimular o usuário a preencher todos os campos do perfil.

Alguns grupos propuseram que fosse coletada do Facebook a maior quantidade possível de informações para reduzir o esforço do preenchimento dos dados pelo usuário. Não obstante, se nem todas as informações estivessem disponíveis no perfil do Facebook ou o usuário optasse por não importar os dados da rede social, então foi proposto que as informações fossem coletadas manualmente através do preenchimento de formulários pelo usuário.

Como o estado emocional oscila constantemente, o Grupo 3 e o Grupo 4 sugeriram que essas informações fossem coletadas na primeira tela do aplicativo (ver Figura 16) para facilitar o acesso a elas e encorajar o usuário a atualizá-las mais frequentemente.



Figura 16. Sugestões de design para realizar a coleta de dados sobre o estado emocional do usuário.

Na maioria dos estudos encontrados na literatura, os dados são coletados e o perfil de usuário é formado por meio da instanciação de estereótipos, sem a intervenção do usuário [8]. Não foram encontrados estudos que permitam que o usuário decida se concorda com o armazenamento e posterior utilização dos dados coletados. Além do mais, cada sistema é responsável por coletar os dados de cada usuário. Sendo assim, a partir das soluções de design propostas pelos quatro grupos e à luz da literatura, definiu-se um conjunto de doze diretrizes que indicam quais características as soluções de software para a coleta de dados de perfil de usuário devem ter (ALENCAR; NERIS, 2014). Essas diretrizes foram divididas em três categorias: (1) Acessibilidade, (2) Coleta de Dados e (3) Privacidade e Segurança.

As Diretrizes de Acessibilidade sugerem maneiras para tornar a interface acessível aos usuários de aplicativos de coleta de dados. As Diretrizes para a Coleta de Dados explicam como os dados devem ser coletados e qual deve ser o comportamento do aplicativo quando dados de fontes externas são utilizados. Por fim, as Diretrizes de Privacidade e Segurança sugerem maneiras para que o usuário sintasse confortável em relação à sua privacidade e à segurança dos seus dados. As diretrizes são apresentadas a seguir de acordo com suas categorias.

Acessibilidade:

1. Realizar a coleta de informações relacionadas à acessibilidade durante o primeiro acesso ao aplicativo;
2. Oferecer diferentes formas de interação com o aplicativo.

Coleta de dados:

3. Reduzir ao máximo a quantidade de informações a serem preenchidas pelo usuário;
4. Encorajar o usuário a preencher todos os campos do perfil;
5. Facultar ao usuário a coleta de dados a partir de fontes externas;
6. Permitir que o usuário valide os dados coletados a partir de fontes externas;
7. Permitir que o usuário determine quais tipos de dados poderão ser coletados a partir de fontes externas;
8. Facilitar o acesso a dados dinâmicos.

Privacidade e Segurança:

9. Prover mecanismos para a proteção dos dados;
10. Criar e difundir uma política de privacidade;
11. Permitir que o usuário decida quando seus dados serão compartilhados;
12. Permitir que o usuário faça backup do seu perfil.

A próxima seção mostra como essas diretivas foram empregadas durante o desenvolvimento do *“Who Am I? – mobile”*.

3.4.2 O aplicativo *“Who Am I? – mobile”*

Para viabilizar a coleta de perfis de usuários para, posteriormente, disponibilizá-los aos sistemas ubíquos, foi desenvolvido o aplicativo *“Who Am I? - mobile”*. O aplicativo foi inicialmente desenvolvido apenas para a plataforma Android, mas seu uso será estendido para outras plataformas móveis, futuramente.

Para o desenvolvimento do *“Who Am I? – mobile”*, adotou-se a premissa de que o perfil de usuário deveria ser armazenado única e exclusivamente no dispositivo móvel do usuário. Essa premissa é apoiada por Panagiotopoulos, Seremeti e Kameas (2011) e Von Hessling, Kleemann e Sinner (2004) que a consideram uma medida adequada para preservar a privacidade do usuário e a segurança dos seus dados.

Antes do desenvolvimento do aplicativo, foi criado um protótipo com o auxílio da ferramenta Fluidui¹⁹ tendo como base as soluções de design apresentadas no Quadro 5. Além das soluções de design, o desenvolvimento do aplicativo seguiu a premissa de o usuário estar sempre no controle. Por este motivo, nenhum dos campos de coleta de dados possui preenchimento obrigatório.

Para realizar a coleta, o conjunto de dados do modelo de perfil de usuário (ver APÊNDICE A) foi dividido em sete grupos de acordo com a subclasse da ontologia GUMO a qual pertenciam: (1) Estado Emocional, (2) Capacidades e Habilidades, (3) Dados Pessoais, (4) Características de Personalidade, (5) Preferências de Interface, (6) Interesses e (7) Nutrição e Saúde. A aplicação das diretivas apresentadas na Seção 3.4.1.2 será destacada durante a descrição do aplicativo *“Who Am I? – mobile”* nos próximos parágrafos.

Para a aplicação da diretiva 1, durante o primeiro acesso, o fluxo de telas do *“Who Am I? – mobile”* foi direcionado para primeiro realizar a coleta das informações do grupo Capacidades e Habilidades. Essas informações são essenciais, pois permite quem os sistemas ubíquos conheçam as necessidades do usuário de forma a adaptar a interface de usuário do sistema a elas. A coleta dessas informações foi realizada por meio de perguntas diretas, como pode ser visto na Figura 17.

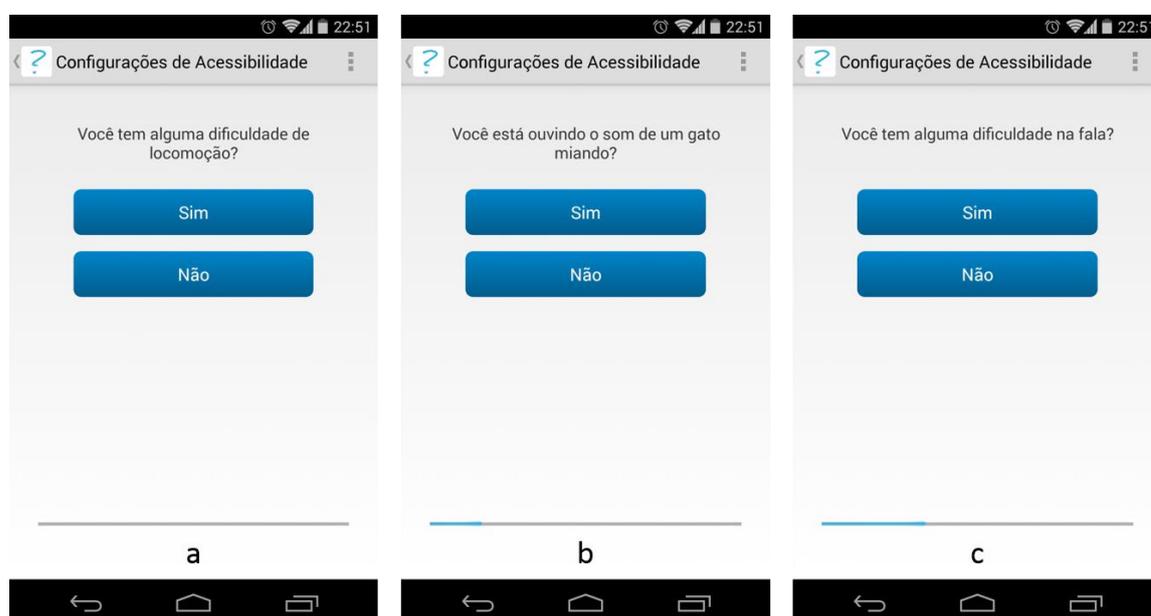


Figura 17. Telas criadas para a coleta de informações relacionadas à (a) capacidade de locomoção, à (b) capacidade de audição e à (c) capacidade de fala.

¹⁹ Protótipo disponível em:

https://www.fluidui.com/editor/live/preview/p_2einDXMckCHvDNRIzdbRbLWQtvFTesBN.1403751582846

Para a identificação do nível de visão do usuário, foi utilizada uma imagem contendo três figuras com tamanhos diferentes: (1) um círculo com tamanho grande, (2) um triângulo com tamanho médio e (3) uma estrela com tamanho pequeno. Além dos tamanhos variados, a cor e o tom de cada figura também variam (ver Figura 18.a). O nível de visão é determinado da seguinte forma:

13. Se o usuário marcou todos os itens, então o nível de visão recebe o valor *high*;
14. Se o usuário marcou o círculo e o triângulo, então o nível de visão recebe o valor *medium*;
15. Se o usuário marcou apenas o círculo, o nível de visão recebe o valor *low*.

Além do nível de visão, o “*Who Am I? – mobile*” também identifica se o usuário possui daltonismo. Para tanto, o usuário indica quais cores ele está vendo em dois círculos (ver Figura 18.b). Se o usuário marcar “Outra cor” em um dos dois, então ele é classificado em seu perfil de usuário como tendo daltonismo. Além das capacidades, o aplicativo também permite a seleção das habilidades do usuário, relacionadas à escrita, à leitura e à digitação por meio de *checkboxes*.

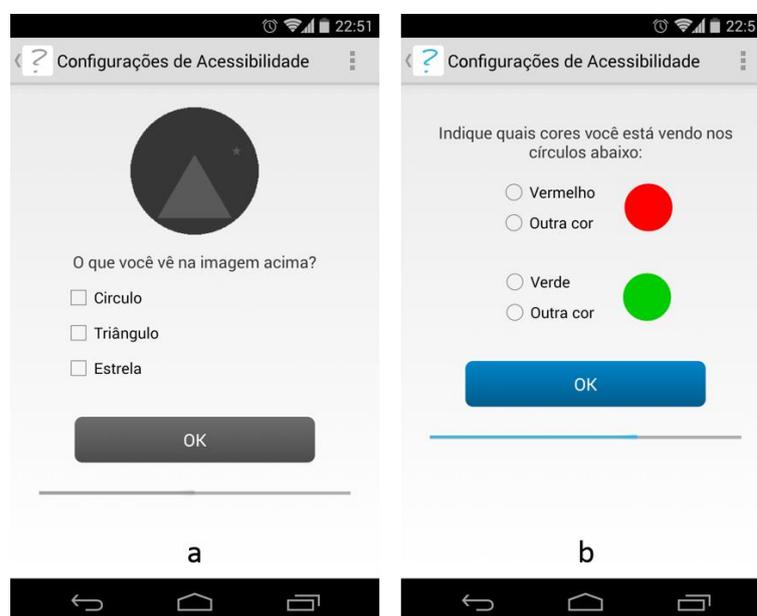


Figura 18. Telas criadas para a identificação do (a) nível de visão²⁰ e de (b) daltonismo no usuário.

²⁰ Neste trabalho, a Figura 18.a está sendo apresentada em preto e branco para facilitar a visualização dos elementos citados (círculo, triângulo e estrela). A versão original da tela pode ser vista no “*Who Am I? – mobile*”, disponível em <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.dc.ufscar.whoami>.

Para permitir que os usuários deficientes visuais utilizem o aplicativo com o auxílio de um leitor de telas, tomou-se o cuidado de se inserir textos alternativos em todas as imagens utilizadas. O “*Who Am I? – mobile*” também pode ser instalado e utilizado em *tablets*, caso o usuário assim deseje. Futuramente, pretende-se adicionar ao aplicativo a possibilidade do usuário interagir com ele por meio de comandos de voz, estendendo assim a aplicação da diretiva 2.

O grupo Interesses contém as informações relacionadas às preferências do usuário quanto a filmes, músicas, jogos, atividades de recreação e esportes. Para cada tipo de interesse é apresentada uma lista com itens que o representa. A partir dos itens preenchidos, os sistemas ubíquos podem determinar, por exemplo, sobre qual assunto o usuário tem mais interesse. Sistemas ubíquos específicos relacionados a cada tipo de interesse podem fazer uso dessas informações para oferecer conteúdo e serviços direcionados ao usuário.

A Figura 19 exhibe as telas utilizadas para realizar a coleta dos interesses relacionados a filmes, músicas e jogos.

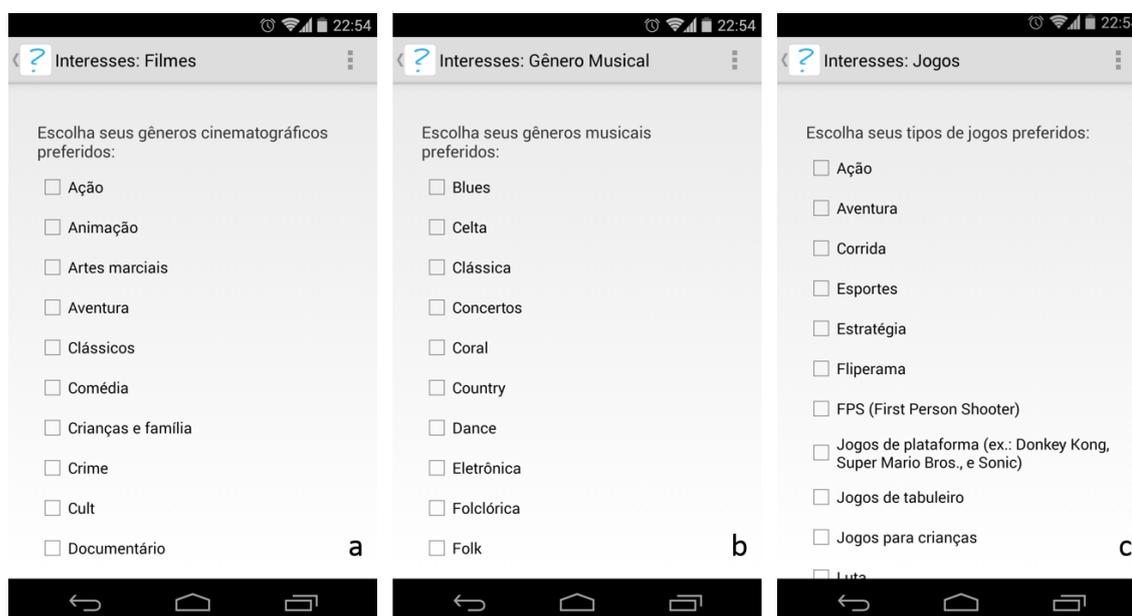


Figura 19. Telas criadas para a coleta dos interesses do usuário quanto a (a) filmes, (b) gênero musical e (c) jogos.

Para reduzir a quantidade de informações a ser preenchida pelo usuário – diretiva 3, além das informações do grupo Interesses (ex.: filmes, músicas, jogos, etc.), o “*Who Am I? – mobile*” também possibilita a importação de dados pessoais do Facebook. Antes da importação, o aplicativo permite que o usuário escolha quais tipos

de dados poderão ser importados da rede social - diretiva 7, como informações pessoais, gosto musical, gêneros de filmes preferidos, etc. A importação de dados do Facebook é facultada ao usuário – diretiva 5.

Como forma de incentivo ao total preenchimento do perfil – diretiva 4, o aplicativo informa ao usuário a quantidade de dados que pode ser importada da rede social (ver Figura 20.a) e, após a importação, indica quantos dados foram coletados e qual é a representatividade deles (%) em relação ao total (ver Figura 20.b). Depois da importação, o usuário pode visualizar e alterar os dados importados para o seu perfil de usuário de forma a validá-los – diretiva 6.

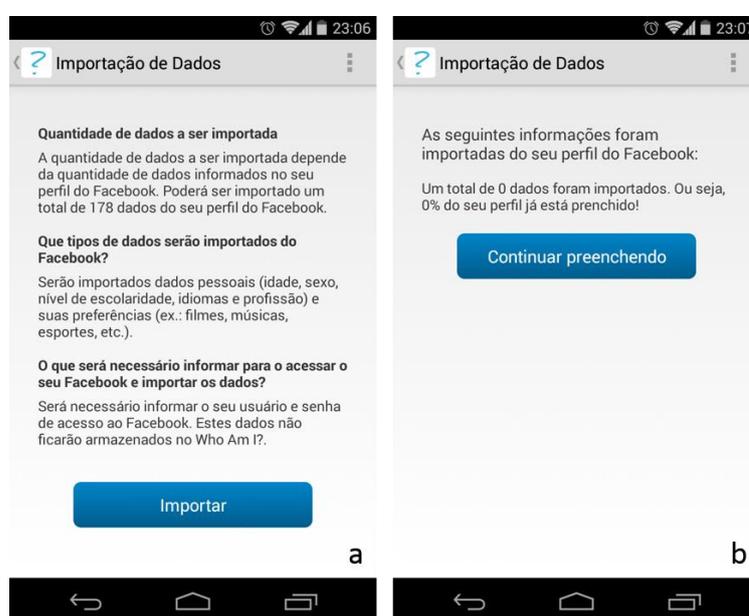


Figura 20. Telas criadas para dar feedback ao usuário sobre a quantidade de dados importados do Facebook: (a) pré-importação; (b) pós-importação.

Na Figura 20.b, a quantidade de dados e a porcentagem importada estão com o valor 0 porque a autorização para a importação dos dados ainda não foi concedida pelo Facebook. Até o presente momento, a opção de importação de dados encontra-se desabilitada no “*Who Am I? – mobile*”.

Aplicando-se a diretiva 4, durante o primeiro acesso ao aplicativo, o fluxo de telas foi direcionado para, além de coletar as informações sobre acessibilidade, passar também por todas as demais telas que coletam dados. Após o primeiro acesso, o usuário tem a liberdade de acessá-las na ordem em que desejar. Também, para dar um feedback ao usuário sobre a quantidade de dados a preencher, de forma a encorajá-lo a preencher todos os campos do perfil de usuário, foi inserida uma barra

de progresso no rodapé de cada tela indicando a porcentagem do preenchimento do perfil.

Visto que o estado emocional é um dado dinâmico, isto é, que muda frequentemente, com o objetivo de incentivar os usuários a indicá-lo com frequência, sua coleta é realizada na primeira tela do aplicativo – diretiva 8. Como pode ser visto na Figura 21.a, são oferecidas ao usuário seis opções de estado emocional: feliz, alegre, animado, ansioso, triste e irritado. Ao clicar em um determinado estado emocional, o *emoticon* que o representa fica em destaque e é exibida uma mensagem notificando sobre a alteração efetuada (ver Figura 21.b). O usuário pode a qualquer momento indicar seu estado emocional por meio do aplicativo.

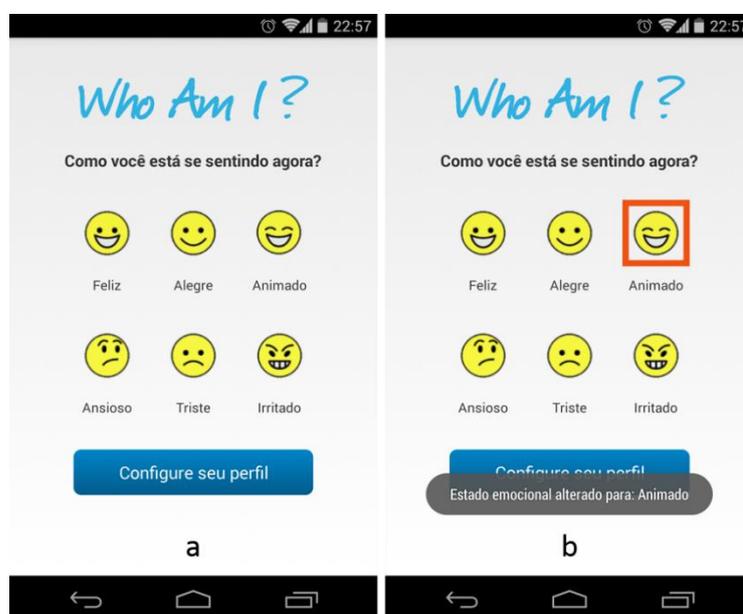


Figura 21. Tela inicial do "Who Am I? - mobile": (a) coleta do estado emocional e (b) feedback dado ao usuário após a escolha de um estado emocional.

O aplicativo também armazena em seu banco de dados interno o momento exato em que o estado emocional foi selecionado. Dessa forma, ao ter acesso a esse dado, o sistema ubíquo pode determinar se ele ainda é válido. Além da indicação do estado emocional, na primeira tela também é exibido um botão que permite ao usuário acessar os demais itens do perfil de usuário.

A coleta dos dados pessoais do usuário é realizada em uma única tela por meio do preenchimento de um formulário com os campos: idade, gênero, primeiro idioma, segundo idioma, nível de escolaridade e ocupação (ver Figura 22.a). Atualmente, as características de personalidade do usuário também são coletadas por meio de um

formulário (ver Figura 22.b), entretanto, futuramente a indicação dessas características será feita pelos amigos do usuário no Facebook, caso o usuário assim deseje.

The figure consists of two side-by-side screenshots of a mobile application interface. Screenshot (a) is titled 'Dados pessoais' and contains the following fields: 'Idade:' with a blue horizontal line; 'Sexo:' with radio buttons for 'Masculino' and 'Feminino'; 'Primeira língua:' with a dropdown menu showing 'Português'; 'Segunda língua:' with a dropdown menu showing 'Português'; and 'Nível de escolaridade:' with radio buttons for 'Sem escolaridade', 'Ensino fundamental', 'Ensino médio', and 'Ensino superior'. Screenshot (b) is titled 'Características' and contains a list of personality traits, each with an unchecked checkbox: 'Ansioso', 'Amável', 'Calmo', 'Comunicativo', 'Mal-humorado', 'Organizado', 'Quieto', 'Reservado', 'Simpático', 'Tenso', and 'Tímido'. Both screenshots show a standard Android navigation bar at the bottom.

Figura 22. Tela com formulário para o preenchimento de (a) dados demográficos e de (b) características do usuário.

As preferências de interface, assim como as informações sobre as capacidades e as habilidades do usuário, são fundamentais durante o processo de adaptação das interfaces de usuário dos sistemas ubíquos. No *“Who Am I? – mobile”*, essas preferências (ver APÊNDICE A) são coletadas por meio de preenchimento de formulário. A Figura 23 exibe as telas para a coleta das preferências relacionadas à notificação (ver Figura 23.a), entrada e saída de dados (ver Figura 23.b) e apresentação da informação (ver Figura 23.c).

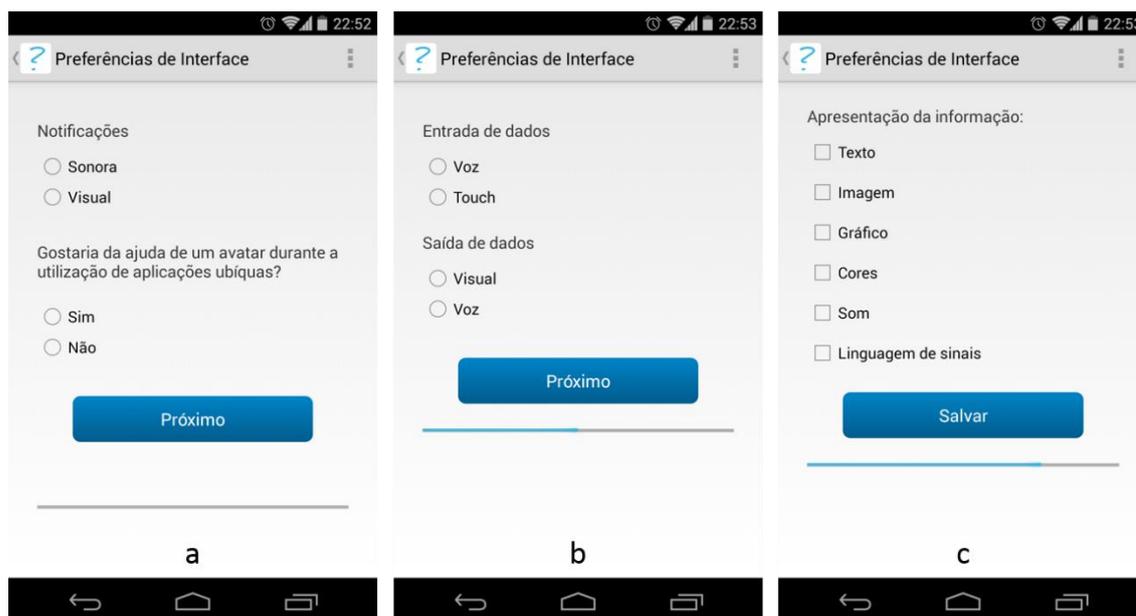


Figura 23. Telas criadas para a coleta das preferências de interface relacionadas ao (a) tipo de notificação, à (b) entrada e saída de dados e aos (c) tipos de apresentação da informação.

Quando um tipo de notificação é selecionado, ele é inserido no perfil de usuário como o tipo de notificação primário e o tipo de notificação não selecionado é inserido como secundário. O mesmo se dá com os tipos de entrada e saída de dados. Os tipos selecionados são inseridos no perfil de usuário como primários e os demais como secundários.

Por fim, o último grupo é composto por informações relacionadas à dieta alimentar do usuário e sua saúde. Na tela de coleta (ver Figura 24), o usuário pode indicar se possui algum problema relacionado à pressão arterial, se tem Diabetes, qual o seu tipo sanguíneo e se ele é adepto de algum tipo de vegetarianismo.

The figure displays two sequential screenshots of a mobile application interface for a health and nutrition form. Both screenshots show a title bar with a question mark icon and the text 'Nutrição e Saúde'. The status bar at the top indicates the time as 22:52 and shows icons for signal strength, Wi-Fi, and battery. Screenshot 'a' contains the following fields: 'Pressão arterial:' with three radio button options: 'Pressão normal', 'Pressão baixa (hipotensão)', and 'Pressão Alta (hipertensão)'; 'Você é diabético?' with 'Sim' and 'Não' radio buttons; 'Qual o seu tipo sanguíneo?' with 'ABO:' and four radio button options: 'A', 'B', 'AB', and 'O'; and 'Fator Rh:' with no visible options. Screenshot 'b' contains: 'Fator Rh:' with '+ (Positivo)' and '- (Negativo)' radio buttons; 'De qual forma de vegetarianismo você é adepto?' with six radio button options: 'Não sou vegetariano', 'Ovovegetarianismo', 'Lactovegetarianismo', 'Ovolactovegetarianismo', 'Vegetarianismo semiestrito', and 'Vegetarianismo estrito'; and a blue 'Salvar' button at the bottom. Both screenshots show the standard Android navigation bar at the bottom.

Figura 24. Tela com formulário para o preenchimento informações relacionadas à nutrição e à saúde do usuário.

As informações dos grupos Capacidades e Habilidades e Preferências de Interação exercem uma influência direta na adaptação dos elementos de interface dos sistemas ubíquos. Os demais grupos de informações também podem ser usados durante o processo de adaptação, tanto para a adaptação dos elementos de interface, como para a adaptação do conteúdo oferecido e/ou na tomada de decisões.

Acredita-se que, quanto mais uma interface de usuário está adaptada às necessidades e preferências do usuário, maior será a transparência de uso e a fluidez durante a interação com ela. Sendo assim, o uso combinado das informações oferecidas pelo “*Who Am I? – mobile*” no processo de adaptação pode proporcionar a transparência de uso aos usuários enquanto eles interagem com os sistemas.

Além da coleta dos dados de perfil, o aplicativo também oferece ao usuário a possibilidade de definição de uma senha de acesso – diretiva 9, de realização de backup do perfil preenchido – diretiva 12, e de consulta à política de privacidade do aplicativo – diretiva 10. Essas opções estão acessíveis por meio de um menu em todas as telas do aplicativo (exceto na tela inicial).

Para a realização do *backup*, o “*Who Am I? – mobile*” gera um arquivo no formato JSON com todas as informações armazenadas no banco de dados do aplicativo e o envia para o e-mail indicado pelo usuário. Futuramente, o usuário terá a opção de importar esse arquivo para o aplicativo.

A próxima seção apresenta a arquitetura de comunicação definida para permitir que a comunicação entre o “*Who Am I? – mobile*” e os sistemas ubíquos aconteça de uma forma interoperável. Na próxima seção também serão dados mais detalhes sobre a aplicação das diretivas de Privacidade e Segurança.

3.5 Uma Arquitetura de Comunicação Interoperável

Para garantir a interoperabilidade entre o “*Who Am I? – mobile*” e os sistemas ubíquos, três soluções foram adotadas na definição da arquitetura de comunicação: (1) adoção do JSON como formato de arquivo do perfil de usuário; (2) definição da estrutura do arquivo JSON tendo como base a UserML; e (3) utilização da plataforma *Thing Broker*. Além do mais, a utilização do “*Who Am I? – mobile*” contribui para a interoperabilidade da arquitetura “*Who Am I?*”, visto que o aplicativo atua como um coletor universal de perfis de usuários que pode ser utilizado por qualquer sistema ubíquo, sem exigir a instalação de softwares específicos para que a interação com o sistema aconteça.

Todos os dados coletados por meio do “*Who Am I? – mobile*” são armazenados no banco de dados do aplicativo, no próprio dispositivo móvel do usuário. Quando um sistema ubíquo envia uma requisição de envio de dados para o aplicativo, este gera um arquivo no formato JSON a partir dos dados armazenados no banco de dados e o envia para o sistema, desde que o usuário autorize o envio.

O JSON foi escolhido como formato para o intercâmbio de dados devido à sua facilidade de análise e geração por parte das máquinas. O formato JSON é suportado pelas linguagens C/C++, Java, PHP, Python, Ruby, etc.²¹ Além do mais, empresas como Google e Yahoo o utilizam para a troca de dados entre seus serviços.

A estrutura do arquivo JSON contendo o perfil de usuário foi definida com base na UserML (HECKMANN; KRUEGER, 2003), linguagem de marcação criada para sistemas ubíquos. Na UserML, cada dimensão da ontologia GUMO é mapeada em um *statement*, sendo que cada *statement* pode ter os atributos *auxiliary*, *predicate*, *range*, e *object*. No caso de dados dinâmicos, os atributos *start*, *end* e *durability* são

²¹ A lista completa das linguagens suportadas pode ser encontrada em: <http://json.org/>.

adicionados ao *statement*. O atributo *subgroup* foi definido e incorporado à estrutura do arquivo JSON para facilitar a recuperação e o tratamento dos dados.

O Quadro 4 mostra parte de um perfil preenchido contendo o nível de visão, o interesse por filme e o tamanho de fonte preferido pelo usuário. A estrutura completa utilizada para mapear o perfil de usuário pode ser encontrada no APÊNDICE B.

Quadro 4. Trecho de um perfil de usuário preenchido.

```
{
  "abilities": [{
    "predicate": "AbilityToSee",
    "subgroup": "Capabilities",
    "auxiliary": "has",
    "object": "low"
  }],
  "interest": [{
    "predicate": "Action",
    "subgroup": "Film",
    "auxiliary": "hasInterest",
    "object": "yes"
  }],
  "interface_preferences": [{
    "predicate": "FontSize",
    "subgroup": "Layout",
    "auxiliary": "hasPreference",
    "object": "medium"
  }]
}
```

Segundo Edwards et al. (2004), *serendipitous integration* é a capacidade de os usuários utilizarem diversos recursos em conjunto uns com os outros, quando, onde e como quiserem. A arquitetura para a comunicação entre o “*Who Am I? – mobile*” e os sistemas ubíquos foi definida com este conceito em mente.

Inicialmente, devido à sua alta disponibilidade entre dispositivos Android, a tecnologia Bluetooth foi escolhida para que os sistemas ubíquos reconhecessem os dispositivos móveis próximos que tenham o “*Who Am I? – mobile*” instalado e para realizar a troca de mensagens e arquivos entre o aplicativo e os sistemas ubíquos (DE ALENCAR et al., 2014). No entanto, devido à necessidade de pareamento entre os dispositivos, essa opção foi descartada para a transferência de arquivos. Contudo, o

Bluetooth mostrou-se como uma boa opção para a identificação dos dispositivos próximos, dado seu raio de alcance de até dez metros.

Cogitou-se também a possibilidade de realizar a transferência de arquivos por meio de conexões Wi-Fi, mas devido à utilização de *Network Address Translation* (NAT), o estabelecimento de conexões só seria possível entre dispositivos conectados à mesma rede Wi-Fi do sistema ubíquo. Para solucionar essa questão, o serviço web *Thing Broker* (ALMEIDA et al., 2013) foi adotado.

O *Thing Broker* (TB) consiste em uma plataforma para a Internet das Coisas que se baseia no padrão *Publisher and Subscriber*, fornece interfaces RESTful e utiliza o formato JSON para a transferência de dados. Essa abordagem possibilita que a comunicação entre o “*Who Am I? – mobile*” e o sistema ubíquo seja realizada por meio de simples chamadas HTTP. Isso contribui para o aumento da *serendipitous integration*, pois não exige a instalação de softwares específicos para que a interação com o sistema ubíquo aconteça, exceto pelo “*Who Am I? – mobile*”. Entretanto, o “*Who Am I? – mobile*” foi desenvolvido para ser um coletor universal de perfis de usuários que pode ser utilizado por qualquer sistema ubíquo. Logo, um único aplicativo possibilita a interação com qualquer sistema ubíquo. A comunicação entre o “*Who Am I? – mobile*” e os sistemas ubíquos é exibida na Figura 25.

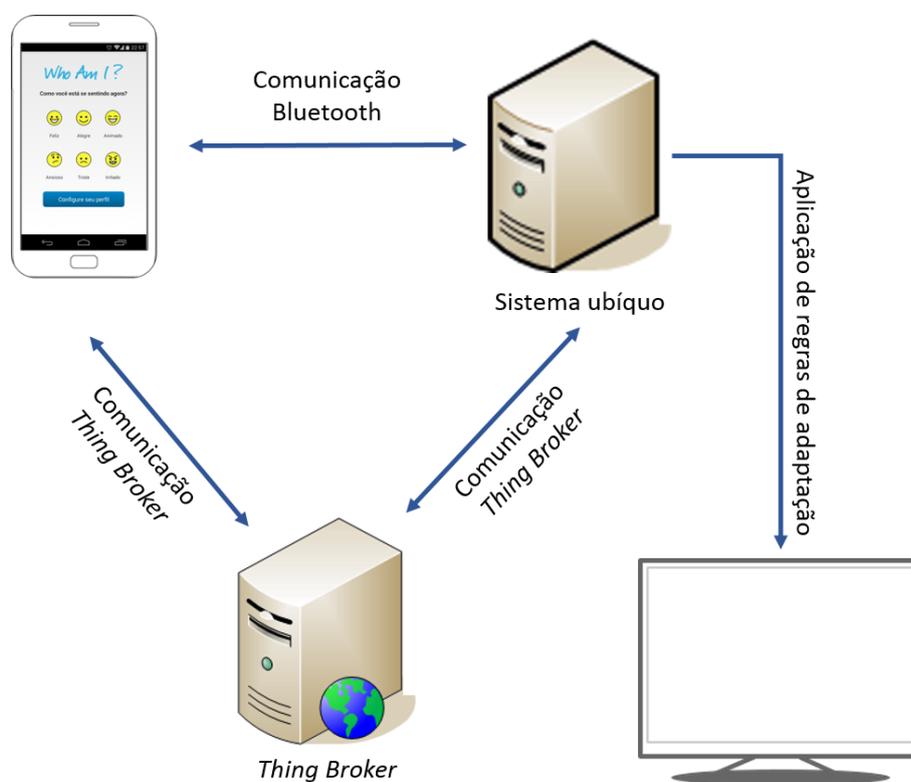


Figura 25. Arquitetura de comunicação para a utilização do “*Who Am I? – mobile*”.

Na plataforma TB, cada recurso é representado por uma *thing*. Uma *thing* é uma abstração que permite a representação de entidades físicas e virtuais, contendo informações sobre qualquer tipo de recurso e seus relacionamentos com outras “*things*”. A uma *thing* estão associados um *id* único global (*thingId*) e os atributos *name*, *description*, *type* e *metadata*. O conteúdo gerado por uma *thing* é representado por meio de eventos. Um evento pode ser enviado para ou recuperado de uma *thing* e contém campos de informações e conteúdo, como fotos e arquivos de áudios.²²

Durante a primeira inicialização, o “*Who Am I? – mobile*” e o sistema ubíquo criam uma *thing* na TB. O identificador de cada *thing* deve ser o endereço *Media Access Control* (MAC) do Bluetooth do dispositivo. Para registrar a *thing* na plataforma, utiliza-se o método POST para enviar um arquivo JSON contendo o id da *thing* para a URL */things*. O id da *thing* deve ser indicado no parâmetro *thingId*.

Após a criação da *thing*, o sistema ubíquo realiza um *inquiry scan* para obter o endereço MAC do Bluetooth dos dispositivos próximos. Para identificar quais dispositivos possuem o aplicativo “*Who Am I? – mobile*” instalado, após a realização do *inquiry scan* e da obtenção da lista de endereços MAC, o sistema ubíquo deve postar um evento para cada uma das *things*, utilizando o endereço MAC como *thingId* e supondo que a *thing* exista na plataforma TB. Apenas os dispositivos com o aplicativo “*Who Am I? – mobile*” instalado postarão um evento em resposta, desde que o usuário concorde com o envio de seu perfil. No evento a ser postado para as *things* deve ser indicado quais campos do perfil de usuário deseja-se obter.

Para postar um evento para uma *thing*, utiliza-se o método POST para enviar um arquivo JSON contendo o parâmetro *info* para a URL */things/{thingId}/events*. O Quadro 5 mostra um exemplo de um evento enviado para o “*Who Am I? – mobile*”. O parâmetro “*thingId*” contém o endereço de destino, isto é, o *id* da *thing* para a qual o evento está sendo postado. O parâmetro “*info*” é composto pelos atributos “*mac_address*”, “*profile_fields*” e “*app_name*”. O atributo “*mac_address*” é preenchido com o *id* da *thing* do sistema ubíquo e é utilizado pelo “*Who Am I? – mobile*” para o envio do perfil de usuário preenchido. No atributo “*profile_fields*” são indicadas quais informações do perfil de usuário o sistema deseja obter, podem ser informados tanto

²² Os detalhes sobre a utilização da plataforma *Thing Broker* podem ser encontrados em <https://github.com/ubc-magic/thingbroker/wiki/Thing-Broker-API>.

o *predicate* como o grupo ao qual a informação pertence. O atributo “*app_name*” recebe o nome do sistema ubíquo.

Quadro 5. Exemplo de um evento enviado por um sistema ubíquo para o “Who Am I? – mobile”.

```
[
  {
    "eventId": "53b0bfe70cf2ad9608f8020c",
    "thingId": "30:76:6F:36:8E:41",
    "serverTimestamp": "1404092391756",
    "info": {
      "mac_address": "60:A4:4C:94:17:72",
      "profile_fields": [
        "AbilityToSee",
        "Diabetes",
        "FontSize"
      ],
      "app_name": "Cafeteira"
    }
  }
]
```

Após a criação da *thing* pelo “Who Am I? – mobile”, o aplicativo verifica a cada dez segundos a existência de algum evento para a sua *thing*. Para permitir que o usuário decida quando seus dados serão compartilhados – diretiva 11 (ver Seção 3.4.1.2), caso receba algum evento, o aplicativo mostra uma caixa de diálogo ao usuário solicitando autorização para compartilhar dados de seu perfil com o sistema ubíquo (ver Figura 26). O nome do sistema que é exibido na caixa de diálogo é obtido do atributo “*app_name*” do evento.

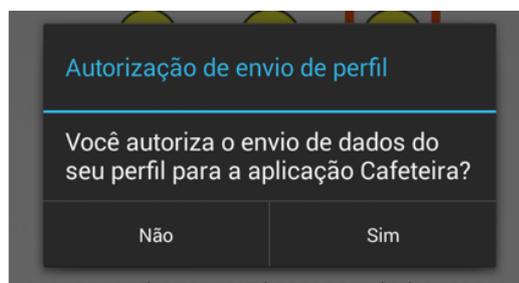


Figura 26. Caixa de diálogo solicitando autorização para o envio de dados de perfil para o sistema ubíquo.

Caso o usuário autorize o envio, o “*Who Am I? – mobile*” gera um arquivo JSON contendo as informações solicitadas e envia um evento para a *thing* do sistema ubíquo cujo *thingId* está informado no campo “*mac_address*” do evento recebido. Para recuperar este evento, o sistema ubíquo deve enviar uma requisição GET para a URL `/things/{thingId}/events`. O retorno será uma coleção de eventos ordenados pelo *timestamp*. O Quadro 6 mostra o evento criado e enviado pelo “*Who Am I? – mobile*” com base nos campos solicitados pelo sistema ubíquo.

Após o recebimento desse evento, o sistema ubíquo pode extrair os dados do perfil de usuário e aplicar as regras de adaptação previamente definidas. Neste trabalho, as regras de adaptação da interface com base no perfil de usuário devem ser definidas e aplicadas por cada sistema ubíquo.

Aplicando-se as diretivas 9 e 10 (ver Seção 3.4.1.2), um dos mecanismos de proteção adotado na arquitetura de comunicação foi a definição de uma política de privacidade a ser compartilhada com os sistemas ubíquos que desejam utilizar o perfil de usuário disponibilizado pelo “*Who Am I? – mobile?*”. Essa política de privacidade, que foi definida tendo como base a P3P e a UserML, é composta pelos atributos *retention*, *recipient*, *expiry* e *purpose*. Os valores para os atributos seguem os propostos no protocolo P3P.²³ O Quadro 7 mostra um exemplo de uma “*thing*” de um dispositivo com o “*Who Am I? – mobile*” instalado, contendo a política de privacidade definida.

²³ Os valores estão descritos nos itens 2.3.2.3.2, 3.3.4, 3.3.5 e 3.3.6 da especificação do P3P, disponível em <http://www.w3.org/TR/P3P/>.

Quadro 6. Exemplo de um evento enviado pelo "Who Am I? – mobile" para a *thing* do sistema ubíquo.

```
[
  {
    "eventId": "53b746470cf2ad9608f80233",
    "thingId": "60:A4:4C:94:17:72",
    "serverTimestamp": 1404520007731,
    "info": {
      "abilities": [
        {
          "object": "low",
          "auxiliary": "has",
          "subgroup": "Capabilities",
          "predicate": "AbilityToSee"
        }
      ],
      "health": [
        {
          "auxiliary": "has",
          "predicate": "Diabetes",
          "object": "no"
        }
      ],
      "interface_preferences": [
        {
          "object": "medium",
          "auxiliary": "hasPreference",
          "subgroup": "Layout",
          "predicate": "FontSize"
        }
      ]
    }
  }
]
```

Quadro 7. Política de privacidade do "Who Am I? - mobile" a ser compartilhada com os sistemas ubíquos.

```
{
  "thingId": "30:76:6F:36:8E:41",
  "metadata": {
    "privacy_policy": {
      "retention": {
        "type": "stated-purpose",
        "time": "1200",
        "unit_time": "second"
      },
      "recipient": {
        "type": "same",
        "required": "always"
      },
      "expiry": {
        "type": "reldate",
        "time": "604800",
        "unit_time": "second"
      },
      "purpose": {
        "type": "tailoring",
        "required": "always"
      }
    }
  }
}
```

Até o presente momento, a versão do “Who Am I? – mobile” disponibilizada não permite ao usuário determinar os valores para os atributos *retention*, *recipient*, *expiry* e *purpose*. A próxima versão do aplicativo terá uma interface para a realização destas configurações. Por enquanto, a política de privacidade disponibilizada às aplicações ubíquas segue o modelo apresentado no Quadro 7.

Para que os sistemas ubíquos tomem conhecimento acerca da política de privacidade antes do recebimento dos dados do usuário (LANGHEINRICH, 2002), essa política foi inserida na “thing” criada pelo “Who Am I? – mobile” logo após a instalação do aplicativo. Desta forma, ao identificar essa *thing*, o sistema ubíquo terá acesso à política de privacidade antes de solicitar o envio de dados do perfil de usuário.

Como medida de segurança para a proteção das informações constantes no perfil de usuário, o *HyperText Transfer Protocol Secure*²⁴ (HTTPS) foi adotado para estabelecer a comunicação entre o “*Who Am I? – mobile*” e os sistemas ubíquos via TB. O HTTPS é uma implementação do protocolo HTTP sobre uma camada de segurança provida pelo *Transport Layer Security* (TLS). O TLS fornece uma conexão criptografada para a transferência dos dados e permite que seja verificada a autenticidade do servidor e do cliente por meio de certificados digitais.

A plataforma TB permite que os eventos enviados pelas “*things*” sejam armazenados em seu servidor para referência futura. Entretanto, como já destacado na Seção 3.4.2, o “*Who Am I? – mobile*” tem como premissa de privacidade e segurança o armazenamento do perfil do usuário única e exclusivamente em seu dispositivo móvel. Desta forma, os eventos a serem enviados para os sistemas ubíquos contendo o perfil de usuário são criados com o parâmetro “*keep-stored*” definido como *false*.²⁵

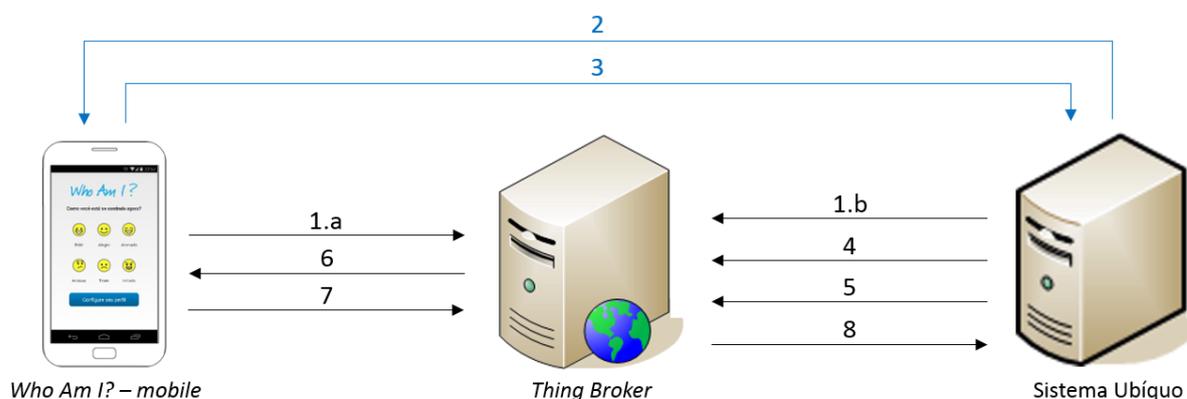
Além dos quatro mecanismos de proteção acima descritos, outras medidas foram adotadas para garantir a privacidade do usuário e a segurança dos seus dados:

1. Disponibilizar aos sistemas ubíquos apenas as informações necessárias para a adaptação de suas interfaces – Quarta diretiva europeia para o design de privacidade (LAHLOU; JEGOU, 2004);
2. Usuário é informado quando um sistema ubíquo envia uma requisição de envio de dados de perfil e tem a opção de autorizar ou não o envio – Sétima diretiva europeia para o design de privacidade (LAHLOU; JEGOU, 2004);
3. Por meio da utilização do Bluetooth, apenas os dispositivos próximos com o “*Who Am I? – mobile*” podem ser identificados pelos sistemas ubíquos – Terceiro princípio para preservar a privacidade na computação ubíqua (LANGHEINRICH, 2002);
4. O anonimato do usuário é garantido, visto que seus dados estão associados apenas ao endereço MAC do Bluetooth de seu dispositivo móvel – Quarto princípio para preservar a privacidade na computação ubíqua (LANGHEINRICH, 2002).

²⁴ <http://tools.ietf.org/html/rfc2818>

²⁵ <https://github.com/ubc-magic/thingbroker/wiki/Thing-Broker-API#events>

A Figura 27 mostra um resumo do fluxo de informações entre o “Who Am I? – mobile” e o sistema ubíquo.



- 1.a. O aplicativo “Who Am I? – mobile” cria uma “thing” no Thing Broker contendo a política de privacidade.
- 1.b. O sistema ubíquo cria uma “thing” no Thing Broker.
2. O sistema ubíquo realiza um *inquiry scan* via Bluetooth para identificar os dispositivos móveis próximos.
3. O dispositivo móvel envia o endereço MAC do Bluetooth como resposta ao *inquiry scan*.
4. O sistema ubíquo verifica se a “thing” do dispositivo móvel existe no Thing Broker e, caso ela exista, obtém a política de privacidade do “Who Am I? – mobile”.
5. O sistema ubíquo envia um evento para a “thing” do dispositivo móvel informando quais campos do “Who Am I? – mobile” deseja obter.
6. O Thing Broker repassa a solicitação do sistema ubíquo ao “Who Am I? – mobile”.
7. O “Who Am I? – mobile” envia um evento para a “thing” do sistema ubíquo contendo o arquivo JSON com os dados solicitados.
8. O Thing Broker repassa o arquivo enviado pelo “Who Am I? – mobile” para o sistema ubíquo.

Figura 27. Resumo do fluxo de informações entre o “Who Am I? – mobile” e os sistemas ubíquos.

A arquitetura “Who Am I?” permite que a comunicação entre o “Who Am I? – mobile” e os sistemas ubíquos aconteça de uma maneira interoperável. Para tanto, utiliza o JSON, um formato de arquivo que facilmente pode ser analisado e gerado pelas máquinas. Por ser um formato suportado por diversas linguagens de programação, os desenvolvedores têm a liberdade de escolherem em qual linguagem desenvolverão os sistemas ubíquos. A UserML, por ser uma linguagem de marcação criada para sistemas ubíquos, possui componentes que facilitam a descrição dos elementos de contexto que incluem o perfil de usuário. Por último, a adoção da plataforma TB permite que o “Who Am I? – mobile” e os sistemas ubíquos se comuniquem por meio de simples chamadas HTTP, sem a necessidade deles estarem pareados ou conectados na mesma rede Wi-Fi.

3.6 Considerações Finais

A arquitetura “*Who Am I?*” apresentada neste capítulo foi proposta com o objetivo de apoiar a flexibilidade na computação ubíqua considerando diferentes perfis de usuários, facilitando a coleta por meio da integração de diferentes fontes de dados e a oferta desses perfis para os sistemas. Essa arquitetura torna possível o compartilhamento do perfil de usuário de forma interoperável e segura entre diversos sistemas. A arquitetura também é composta pelo “*Who Am I? – mobile*”, um aplicativo desenvolvido para ser um coletor universal de perfis de usuários a ser utilizado por qualquer sistema ubíquo. Para que os sistemas ubíquos possam adaptar a interface de usuário do sistema de acordo com as necessidades e preferências de interação dos usuários, esse coletor utiliza um modelo de perfil de usuário extenso e que engloba características fundamentais para a adaptação da interface.

Com o objetivo de avaliar a viabilidade da arquitetura proposta e verificar se ela atende à diversidade de usuários, foi realizado um estudo de caso com dois cenários de uso. O próximo Capítulo apresenta os resultados das avaliações feitas com usuários reais durante a interação com os sistemas desenvolvidos.

Capítulo 4

ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DA ARQUITETURA “*WHO AM I?*”

4.1 Considerações Iniciais

Conforme destacado na Seção 1.1, sistemas ubíquos devem permitir que seus recursos sejam disponibilizados de forma transparente ao usuário (POSLAD, 2009). Para proporcionar transparência de uso, os sistemas ubíquos devem fornecer interfaces de usuário que possam ser usadas de forma inconsciente e fluida pelos usuários. Por este motivo, para verificar se a arquitetura “*Who Am I?*” auxilia os sistemas ubíquos no alcance da transparência de uso e se ela atende a diversidade de usuários, foi realizado um estudo de caso com dois cenários de uso.

No primeiro, a arquitetura “*Who Am I?*” foi utilizada para fornecer perfis de usuários para um sistema de ponto de ônibus que indica aos usuários qual será o próximo ônibus a chegar ao ponto, além de oferecer notícias personalizadas e a interface de usuário adaptada. No segundo, a arquitetura foi utilizada em uma simulação de uma cozinha inteligente com dois aplicativos, um representando uma cafeteira e o outro uma geladeira. A interface de usuário também foi adaptada. Em ambos, foram avaliados tanto o preenchimento das informações no “*Who Am I? – mobile*” como a comunicação e adaptação dos sistemas ubíquos.

Este Capítulo está organizado como segue: a Seção 4.2 apresenta o perfil dos participantes de ambos os estudos. A Seção 4.3 mostra os resultados de uma avaliação de uso do “*Who Am I? – mobile*” para o preenchimento do perfil de usuário

e a utilização das demais funcionalidades do aplicativo. Por fim, as Seções 4.4 e 4.5 mostram os resultados obtidos durante a interação dos usuários com as soluções de software desenvolvidas nos dois cenários de uso.

4.2 Perfil dos participantes

Para a avaliação dos cenários de uso, foram convidados alunos da graduação e da pós-graduação do curso de Ciência da Computação e professores do Departamento de Computação da Universidade Federal de São Carlos. O “Who Am I? – mobile” foi disponibilizado para *download* aos convidados e foi-lhes solicitado que preenchessem o perfil de usuário.

As avaliações foram realizadas em dias distintos e tiveram um total de dezessete participantes no primeiro estudo e dez no segundo, sendo que sete deles participaram de ambos. Desta forma, um total de vinte pessoas diferentes participaram do estudo. Antes das avaliações, os participantes responderam a um questionário de levantamento de perfil com questões relacionadas ao gênero, idade, grau de escolaridade e uso de coletores de perfis e de aplicações ubíquas (APÊNDICE I).

Como pode ser visto na Tabela 5, o total de participantes de ambos os estudos era composto por homens (13) e mulheres (7) com idade entre 19 e 39 anos, com nível de escolaridade variando do ensino médio à pós-graduação. Do total de participantes (20), 26% declararam já ter feito uso de outro coletor de perfil e 11% declararam que já haviam utilizado alguma aplicação ubíqua.

Além do questionário de levantamento de perfil, os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido que informava o objetivo da pesquisa e o que a participação deles envolveria (APÊNDICES F e G) e uma autorização de captação e exibição de imagem, som e nome (APÊNDICE H).

Tabela 5. Perfil dos participantes de ambos os cenários de uso do estudo de caso.

Cenário de uso	Gênero	Idade	Grau de escolaridade	Já fez uso de outro coletor de perfil	Já fez uso de alguma aplicação ubíqua
1	Feminino	24	Pós-graduação	Não	Não
1	Feminino	27	Pós-graduação	Sim	Não
1	Feminino	32	Pós-graduação	Sim	Sim
1	Masculino	19	Ensino médio	Não	Não
1	Masculino	19	Ensino médio	Sim	Sim
1	Masculino	22	Superior	Não	Não
1	Masculino	23	Superior	Sim	Não
1	Masculino	27	Ensino médio	Não	Não
1	Masculino	31	Pós-graduação	Não	Não
1	Masculino	39	Pós-graduação	Não	Não
1 e 2	Feminino	31	Pós-graduação	Não	Não
1 e 2	Feminino	31	Pós-graduação	Sim	Não
1 e 2	Feminino	33	Pós-graduação	Não	Não
1 e 2	Masculino	19	Superior	Não	Não
1 e 2	Masculino	23	Superior	Não	Não
1 e 2	Masculino	25	Pós-graduação	Não	Sim
1 e 2	Masculino	26	Pós-graduação	Sim	Não
2	Feminino	20	Superior	Não	Não
2	Masculino	26	Pós-graduação	Sim	Não
2	Masculino	28	Pós-graduação	Não	Não

A próxima seção apresenta os resultados obtidos por meio da avaliação de uso do aplicativo “Who Am I? – mobile”.

4.3 Avaliação do uso do “Who Am I? – mobile”

Com o objetivo de avaliar o “Who Am I? – mobile”, foi preparado um questionário a ser aplicado após o uso do aplicativo (APÊNDICE I). Esse questionário era composto por oito questões relacionadas ao preenchimento do perfil de usuário e ao uso das demais funcionalidades do aplicativo.

As quatro primeiras questões correspondiam a afirmações sobre a quantidade de dados e de telas, a relevância das informações coletadas e a facilidade de preenchimento: (1) A quantidade de dados que você teve que preencher está adequada; (2) A quantidade de páginas em que você teve que navegar para preencher

o seu perfil está adequada; (3) As informações coletadas são relevantes; (4) Achei fácil o preenchimento das informações.

O nível de concordância ou não concordância às afirmações foi obtido por meio da escala de Likert (LIKERT, 1932). Como mostra a Figura 28, treze participantes consideraram a quantidade de dados preenchidos adequada e doze consideraram a quantidade de páginas navegadas para realizar o preenchimento adequada. Do total de participantes, dezessete consideraram as informações coletadas relevantes e dezesseis consideraram o preenchimento delas fácil.

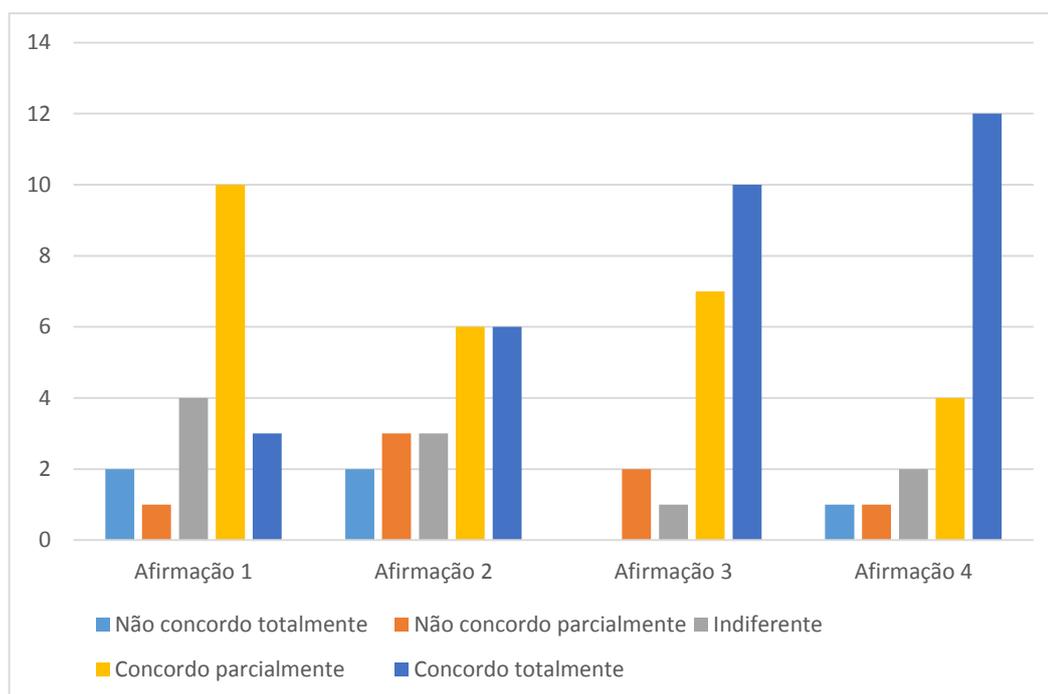


Figura 28. Nível de concordância dos participantes em relação às quatro afirmações sobre o preenchimento do perfil de usuário no “Who Am I? – mobile”.

Acredita-se que a impossibilidade de importação de dados do Facebook refletiu na quantidade de participantes que não acharam adequadas as quantidades de dados coletados e de telas navegadas, considerando-as muito grandes.

Além das afirmações, também foram feitas quatro perguntas aos participantes: (1) Você preencheu todos os itens solicitados?; (2) Após o preenchimento, você definiu uma senha de acesso?; (3) Após o preenchimento, você exportou o seu perfil para fazer um backup?; (4) Você encontrou alguma dificuldade em utilizar o “Who Am I? - mobile”?

Do total de participantes, dois indicaram que não preencheram todos os dados, pois desconheciam seu tipo sanguíneo e dois exportaram o perfil de usuário e o

enviaram por e-mail, a maioria não o fez porque o aplicativo não mostrou explicitamente essa opção. Conforme indicado na Seção 3.4.2, para exportar o perfil de usuário era necessário acessar um menu específico no “Who Am I? – mobile”.

Nenhum dos participantes definiu uma senha de acesso. Segundo eles, o aplicativo não solicitou explicitamente e eles não acessaram as demais funcionalidades do aplicativo. Como essa é uma importante medida para a proteção de dados inserida no aplicativo, fica claro que o fluxo inicial de telas e/ou o layout do aplicativo deve ser alterado para deixá-la mais visível ao usuário.

Por fim, alguns dos problemas relatados pelos participantes na oitava pergunta estavam relacionados a:

1. Incompatibilidade do aplicativo com a versão do Android do seu dispositivo móvel (1 participante);
2. Às vezes as informações apresentadas não se adequam ao tamanho da tela (1 participante);
3. Dificuldade em determinar as preferências (ex.: tamanho da fonte) durante o preenchimento do perfil (2 participantes);
4. As informações sobre a privacidade dos dados não aparecem de forma clara (1 participante);
5. Navegação final confusa; ordem de preenchimento poderia ser melhorada (1 participante);
6. Preenchimento muito longo (1 participante).

Como sugestões de melhoria do aplicativo, destacam-se: deixar claro ao usuário o que os dados coletados influenciam na personalização das interfaces e mostrar o progresso do preenchimento por meio da quantidade de páginas a serem preenchidas ao invés da barra de progresso.

A análise dos resultados da avaliação do uso do “Who Am I? – mobile” deixam claro a necessidade de permitir a importação de dados de outras fontes, para se diminuir a quantidade de dados preenchidos diretamente pelos usuários através de formulários. Os resultados também indicam que o fluxo de telas e o layout do aplicativo devem ser melhorados para tornar as demais funcionalidades mais visíveis aos usuários.

A próxima seção apresenta os resultados obtidos por meio da aplicação do questionário SAM e da avaliação da *calmness* no primeiro cenário de uso.

4.4 Cenário de uso: Ponto de ônibus

Urban Computing é um tema emergente na computação e tem sido cada vez mais abordado em pesquisas nacionais e internacionais. Kindberg et al. (2007) definem *Urban Computing* como uma integração de tecnologias utilizadas na computação ubíqua (como sensores e atuadores) em ambientes urbanos e estilos de vida cotidianos. Para alcançar a transparência de uso na *Urban Computing*, as interfaces de sistemas ubíquos devem ter um comportamento flexível de acordo com o contexto de uso de cada usuário.

Observa-se que muitas das pesquisas relacionadas à *Urban Computing* buscam melhorar a mobilidade urbana por meio de soluções para pontos de ônibus (ITU-T, 2013; WON SEO et al, 2013; YI, 2010). No entanto, o foco das pesquisas está na resolução de problemas técnicos e nas soluções de software colocadas nos espaços e não na adaptação das interfaces às necessidades e preferências dos usuários.

Com o objetivo de criar uma solução flexível para ponto de ônibus, a arquitetura “Who Am I?” foi utilizada em um projeto de iniciação científica²⁶ para o desenvolvimento do *Bus Stop System* (BUSS), um sistema de ponto de ônibus que indica aos usuários qual será o próximo ônibus a chegar ao ponto. O BUSS visa permitir que os elementos de interface se adaptem às necessidades e preferências do usuário.

A próxima seção descreve o funcionamento do BUSS e como a arquitetura “Who Am I?” foi utilizada para determinar o seu comportamento flexível.

4.4.1 Bus Stop System

Um sistema de ponto de ônibus tem, como principal função, o fornecimento de informações relacionadas aos horários de chegadas e partidas de ônibus. Porém, na atual sociedade da informação, a interface de tal sistema pode ser utilizada também para outros propósitos que interessem aos usuários. É muito comum *displays* públicos

²⁶ Projeto de Iniciação Científica do aluno Luciano Rodrigues Machado, intitulado “Desenvolvimento de uma aplicação computacional ubíqua inclusiva para um ponto de ônibus” registrado no PUICT - Programa Unificado de Iniciação Científica e Tecnológica da UFSCar com número de protocolo 153/2013, sob orientação da Profa. Dra. Vânia Paula de Almeida Neris e co-orientação do Dr. Luciano de Oliveira Neris.

localizados em rodoviárias e metrô exibirem notícias atuais, Por este motivo, foi incorporada ao BUSS a exibição de notícias relacionadas aos temas de interesse dos usuários.

O comportamento flexível foi determinado tendo como base três informações provenientes do “Who Am I? – mobile”: tamanho da fonte, nível de visão e interesses do usuário. O tamanho da fonte e o nível de visão foram utilizados para definir o tamanho da fonte da interface do BUSS e os interesses foram utilizados para determinar o tipo de notícia a ser exibido. O APÊNDICE C apresenta o conjunto de regras de adaptação definido para o aplicativo. As regras seguem o formato a seguir, proposto por Neris (2010):

*WHENEVER (device, environment, user) IF (functionality, representation) THEN
<system> IS <deontic operator> TO show Σ (interface element, mode)*

O BUSS é composto por oito módulos: *User Device Discovery, Manager, Routes and Schedules, News, User List, Adaptation Rules, Thing Broker* e *User Interface Display* (ver Figura 29). A descrição de cada módulo é dada a seguir:

1. *Manager*: responsável por controlar os módulos *User Device Discovery, Routes and Schedules, News, User List* e *Adaptation Rules*;
2. *User Device Discovery*: retorna uma lista com os endereços MAC do Bluetooth dos dispositivos próximos ao ponto de ônibus;
3. *Routes and Schedules*: neste módulo são registradas todas as linhas de ônibus da cidade, seus horários e trajetos;
4. *Thing Broker*: contém os métodos necessários para a realização de chamadas HTTP à plataforma TB;
5. *User List*: faz interface com o módulo *Thing Broker* para enviar e receber eventos da plataforma TB. O módulo *User List* retorna uma lista com os perfis de usuários presentes no ponto de ônibus e que utilizam o “Who Am I? – mobile”.
6. *Adaptation Rules*: neste módulo estão contidas as regras de adaptação a serem aplicadas a cada perfil de usuário;
7. *News*: obtém as notícias a serem exibidas a partir de um serviço externo;

8. *User Interface Display*: tem como função adaptar a interface de acordo com o perfil de usuário, as regras de adaptação definidas e os horários de cada linha de ônibus.

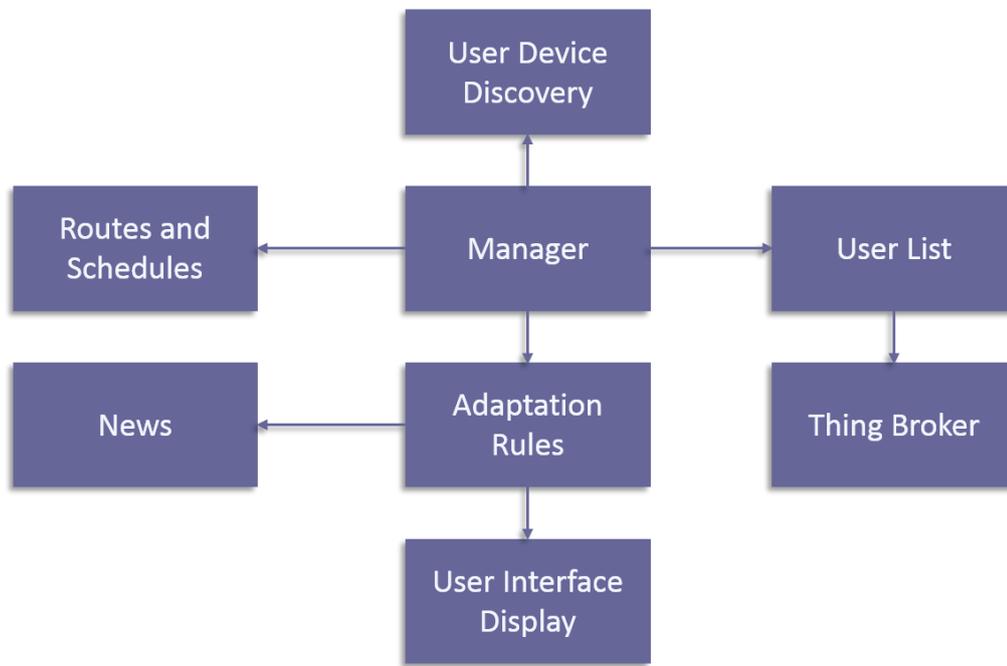


Figura 29. Arquitetura do BUSS.

Quando o BUSS é inicializado, o módulo *Manager* cria uma *thing* na plataforma TB e a cada trinta segundos aciona o módulo *User Device Discovery*. Após obter a lista dos dispositivos próximos ao ponto, o *Manager* aciona o módulo *User List* para enviar um evento para a *thing* de cada um deles, solicitando os itens “FontSize”, “AbilityToSee” e “Interest” do “Who Am I? – mobile”.

Concomitantemente, o *Manager* aciona o módulo *Routes and Schedules* para obter uma lista com os horários das próximas linhas de ônibus que passarão em um determinado ponto de ônibus. Neste momento, o *Manager* aciona o módulo *User Interface Display* por meio do módulo *Adaptation Rules* para exibir os horários das linhas de ônibus e as notícias na interface do BUSS.

Em um primeiro momento, as informações são exibidas considerando uma formatação padrão dos elementos de interface e um tipo padrão de notícia previamente definidos. Quando o *Manager* repassa a lista de perfis de usuário recebida do *User List* ao *Adaptation Rules*, então os elementos de interface e o tipo de notícia são adaptados de acordo com o perfil de cada usuário.

4.4.2 Avaliação

Para a avaliação do primeiro cenário de uso, foi solicitado aos dezessete participantes que indicassem como haviam preenchido o nível de visão e o tamanho de fonte preferido. Por meio dessas informações poderia ser verificado se a adaptação da tela do BUSS foi adequada.

Antes da interação com o BUSS, foi explicado aos participantes que a) o BUSS era um sistema de ponto de ônibus que se adapta de acordo com as informações preenchidas no “Who Am I? – mobile”; b) após a ativação do Bluetooth do dispositivo móvel, a qualquer momento o BUSS enviaria um pedido de autorização de envio de dados; c) caso o usuário autorizasse o envio dos dados, a interface do BUSS seria adaptada.

Na Figura 30.a, as regras 1 e 2, apresentadas abaixo e disponíveis no APÊNDICE C, foram aplicadas à interface do BUSS porque o sistema ainda não havia recebido o perfil de nenhum usuário:

- Regra 1: *WHENEVER* (BUSS, Ponto de Ônibus, todos) *IF* (todas, todas) *THEN BUSS IS MUST TO show* Σ (fonte, tamanho: 36);
- Regra 2: *WHENEVER* (BUSS, Ponto de Ônibus, todos) *IF* (exibir notícias, caixa de texto com notícia) *THEN BUSS IS MUST TO show* Σ (tipo de notícia, atualidades).

A Figura 30.b mostra o momento em que foram aplicadas as regras 7 e 9 após o recebimento do perfil de usuário:

- Regra 7: *WHENEVER* (BUSS, Ponto de Ônibus, preferência do usuário: tamanho médio da fonte) *IF* (todas, todas) *THEN BUSS IS MUST TO show* Σ (fonte, tamanho: 48);
- Regra 9: *WHENEVER* (BUSS, Ponto de Ônibus, preferência do usuário: interesse em filmes) *IF* (exibir notícias, caixa de texto com notícia) *THEN BUSS IS MUST TO show* Σ (tipo de notícia, filmes).

Nota-se na Figura 30.b que o tamanho da fonte foi aumentado e que o tipo de notícias foi alterado para “filmes”. Para todos os usuários, o tamanho da fonte foi aumentado e a notícia padrão foi trocada por uma sobre filmes, visto que eles indicaram essas preferências em seu perfil de usuário no aplicativo “Who Am I? – mobile”.

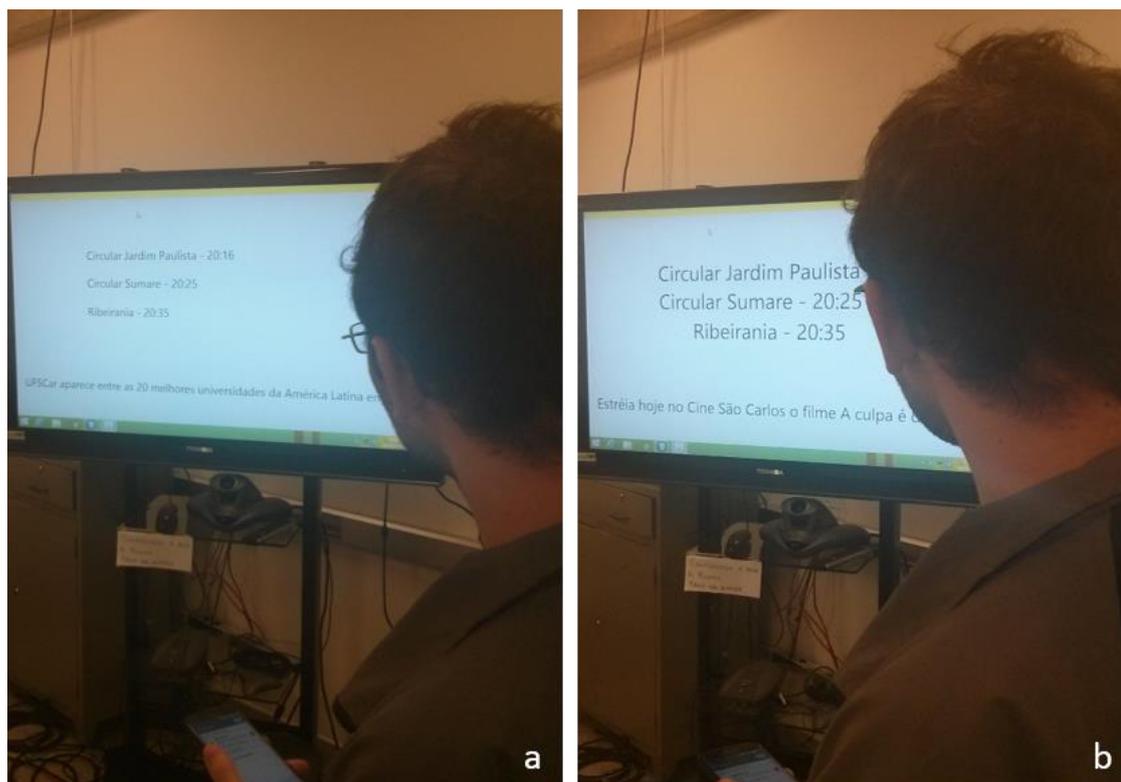


Figura 30. Adaptação da interface do BUSS durante a interação.

Após a sessão de interação, o questionário SAM foi aplicado aos participantes. A Tabela 6 apresenta as respostas obtidas a partir do questionário. A sigla AV representa a avaliação do usuário para a experiência com a interação com o sistema, sendo que eles poderiam avaliar de forma positiva (AV+), neutra (AV0) ou negativa (AV-).

Tabela 6. Respostas obtidas a partir da aplicação do SAM.

Satisfação			Motivação			Sentimento de Controle		
AV+	AV0	AV-	AV+	AV0	AV-	AV+	AV0	AV-
17	0	0	17	0	0	13	4	0
usuários	usuários	usuários	usuários	usuários	usuários	usuários	usuários	usuários

Como pode ser observado na Tabela 6, 100% dos usuários explicitaram satisfação e motivação durante a interação com o sistema, todavia, é possível observar que 23,5% dos usuários indicaram neutralidade em relação ao sentimento de controle. Alguns indicaram que, em determinadas situações, gostariam de ter o controle sobre a adaptação da interface, independentemente das necessidades e preferências indicadas no “Who Am I? – mobile”.

Após a aplicação do SAM, os usuários responderam ao questionário para a avaliação da *calmness* durante a interação com o BUSS (APÊNDICE J). A Figura 31 representa os resultados obtidos para cada uma das características avaliadas. Conforme indicado pelo gráfico, mais de 76% dos usuários indicaram que o sistema possuía alta *availability*, *relevancy of interaction* e *courtesy of interaction*.

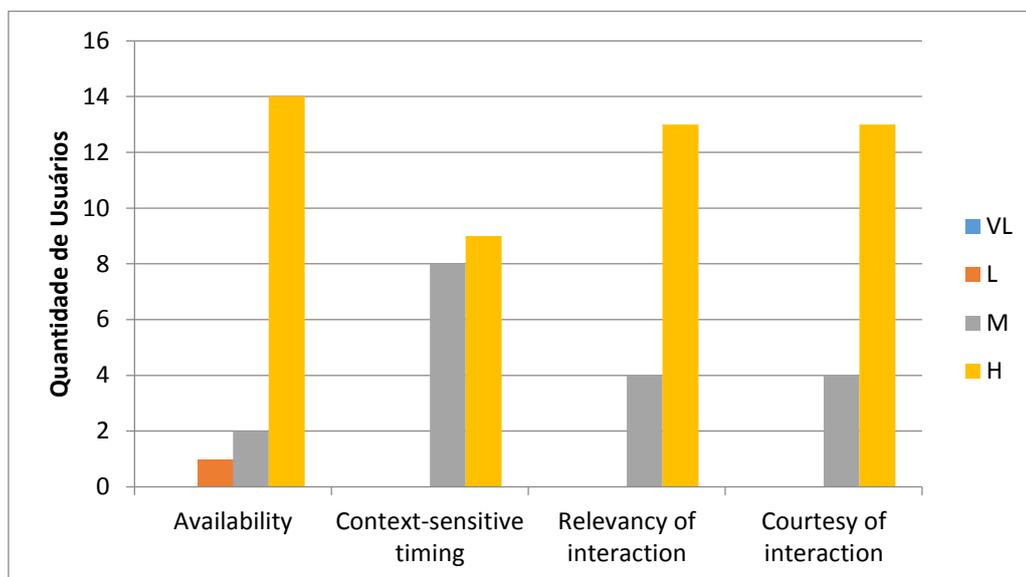


Figura 31. Resultados obtidos para cada uma das características da *calmness* avaliada – VL: muito baixo (*very low*), L: baixo (*low*), M: médio (*medium*) e H: alto (*high*).

A aplicação da fórmula (1) definida na Seção 2.6 para cada uma das características avaliadas resultou nas médias a seguir: *availability*: 2,76; *context-sensitive timing*: 2,53; *relevancy of interaction*: 2,76; e *courtesy of interaction*: 2,76. As médias obtidas foram marcadas na Figura 7 e ligadas através de linhas resultando na Figura 32. Como pode ser observado, a figura resultante indica que o uso do BUSS com o auxílio do “Who Am I? – mobile” possui um nível de *calmness* médio, próximo ao alto em relação às características *availability*, *relevancy of interaction* e *courtesy of interaction*.

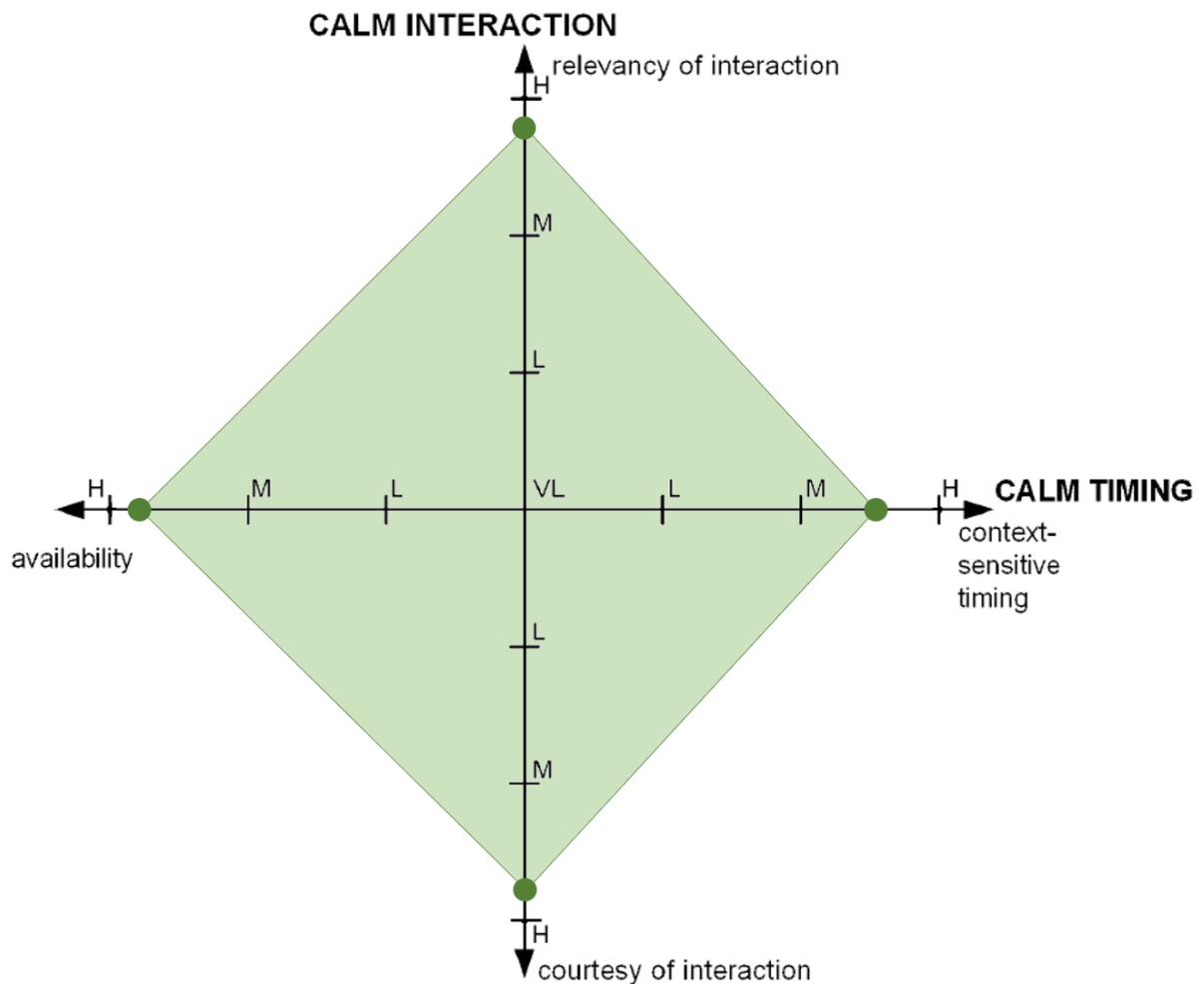


Figura 32. Representação do grau de *calmness* observado durante a interação com o BUSS.

Vale ressaltar que os resultados apresentados são de uma avaliação realizada em um ambiente controlado, sem a intervenção de fatores externos, como outras pessoas, barulhos, iluminação, etc. Para uma avaliação fidedigna do sistema, faz-se necessária a sua avaliação em um ambiente real.

Os resultados do questionário SAM confirmam os resultados observados na avaliação da *calmness*. Por exemplo, 53% dos usuários indicaram que o tempo decorrido entre a ativação do Bluetooth e o recebimento do pedido de envio de informações de perfil foi adequado (*context-sensitive timing*) e 76,5% dos usuários indicaram que a adaptação da interface foi adequada (*courtesy of interaction*). Ambos os resultados contribuíram para que os usuários avaliassem de forma positiva a interação com o sistema (satisfação e motivação).

Observa-se também que 23,5% dos usuários indicaram que a interação com o ponto de ônibus causou um pouco de distúrbio, ou seja, a interação não aconteceu de maneira tão fluída como o esperado (*courtesy of interaction*). Esse resultado reflete nos 23,5% dos usuários que indicaram neutralidade em relação ao sentimento de controle.

Conforme indicado na Figura 32, a característica *context-sensitive timing* teve um resultado médio, ou seja, o recebimento do pedido de envio de dados de perfil ocorreu em momento próximo ao adequado. Este resultado indica que o tempo determinado no BUSS (trinta segundos) para o envio da mensagem pode não ter sido o mais adequado.

A próxima seção apresenta os resultados obtidos por meio da aplicação do questionário SAM e da avaliação da *calmness* na simulação da cozinha inteligente.

4.5 Cenário de uso: Cozinha Inteligente

Como a criação de um ambiente ubíquo envolve altos custos, visto que são usadas tecnologias de ponta para o seu desenvolvimento (ABOWD; MYNATTI, 2002), é importante a criação de protótipos durante o processo de design a serem utilizados nos experimentos com usuários. Porém, mesmo o desenvolvimento de um protótipo simples é custoso, pois exige hardware específico, sensores e uma grande quantidade de codificação.

Dependendo da necessidade e/ou preferência do usuário a ser atendida, o ambiente ubíquo deve disponibilizar formas de interação diferenciadas, por exemplo, reconhecimento de voz para os usuários deficientes visuais. A utilização de tais recursos implica no aumento do custo e no tempo de desenvolvimento de um ambiente ubíquo. Sendo assim, a criação de ambientes simulados²⁷ mostra-se como uma alternativa para este problema.

Com o objetivo de criar uma simulação de uma cozinha inteligente, a arquitetura “Who Am I?” foi utilizada no desenvolvimento de dois aplicativos para simularem uma

²⁷ Neste trabalho, ambiente simulado consiste na simulação de um ambiente ubíquo através da emulação de elementos de hardware e software.

cafeteira e uma geladeira.²⁸ No contexto deste trabalho, cozinha inteligente deve ser entendida como um ambiente ubíquo em que os eletrodomésticos e eletroeletrônicos se comunicam entre si e oferecem um conjunto de funcionalidades de forma a facilitar as atividades diárias das pessoas.

A próxima seção descreve o funcionamento dos dois aplicativos e como o “Who Am I? – mobile” foi utilizado para determinar o comportamento flexível de ambos.

4.5.1 Aplicativos para a Simulação da Cozinha Inteligente

A simulação da cozinha inteligente contempla o uso de dois aplicativos representando dois eletrodomésticos: cafeteira e geladeira. A determinação das funcionalidades dos aplicativos teve como base os cartões utilizados na aplicação da técnica UbiCARD (ALENCAR; NERIS, 2013) no contexto de uma cozinha inteligente, como pode ser visto na Figura 33.

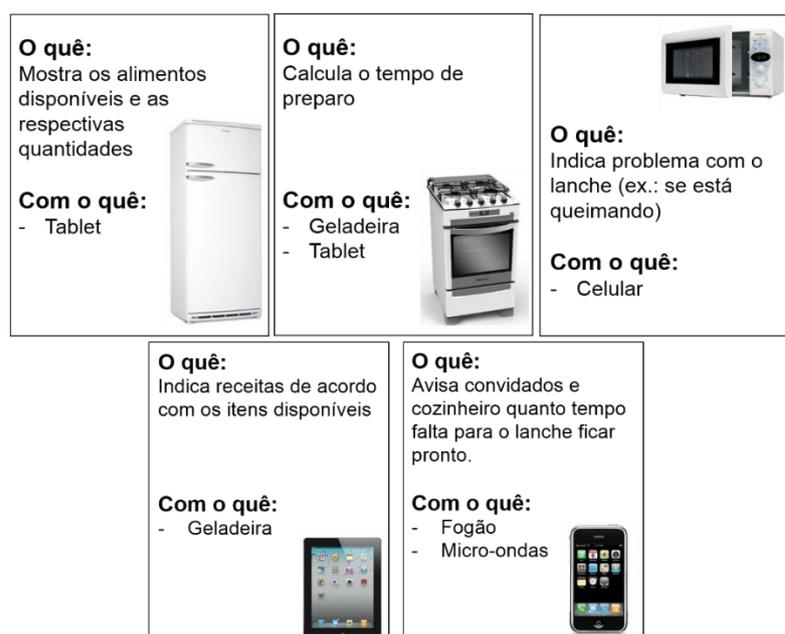


Figura 33. Cartões utilizados durante a aplicação da técnica UbiCARD.

Até o momento, nem todas as funcionalidades do aplicativo para a geladeira estão implementadas. Como os demais aplicativos (micro-ondas e fogão) estão em

²⁸ Os aplicativos foram desenvolvidos como parte do projeto de Iniciação Científica do aluno Marcelo Barbosa, intitulado “Simulação de um ambiente computacional ubíquo: um estudo com diferentes perfis de usuário em uma cozinha inteligente” registrado no PUICT - Programa Unificado de Iniciação Científica e Tecnológica da UFSCar com número de protocolo 154/2013, sob orientação da Profa. Dra. Vânia Paula de Almeida Neris e contou com o apoio para o desenvolvimento do pesquisador MSc. Ricardo Aparecido Peres de Almeida.

desenvolvimento, ainda não foi possível estabelecer a integração desejada entre eles para que todos sejam apresentados ao pelo usuário como um sistema ubíquo único. Por este motivo, a simulação da cozinha inteligente contou com os dois aplicativos e com as funcionalidades desenvolvidas até o momento.

O aplicativo para a cafeteira tem duas funcionalidades principais: (1) oferecer seis tipos diferentes de bebidas quentes e (2) determinar o tipo de adoçante de acordo com o perfil do usuário. A adaptação de sua interface considerou os valores dos *predicates* “AbilityToSee” e “FontSize” provenientes do “Who Am I? – mobile”.

Para a definição das regras, a indicação do nível de visão baixo ou médio e/ou preferência por tamanho de fonte pequeno ou médio foram generalizados para “problemas de visão”. O APÊNDICE D apresenta o conjunto de regras de adaptação definido para o aplicativo que seguem o formato a seguir, proposto por Neris (2010):

*WHENEVER (device, environment, user) IF (functionality, representation) THEN
<system> IS <deontic operator> TO show Σ (interface element, mode)*

A Figura 34 mostra as telas do aplicativo para a cafeteira antes do recebimento do perfil de usuário.

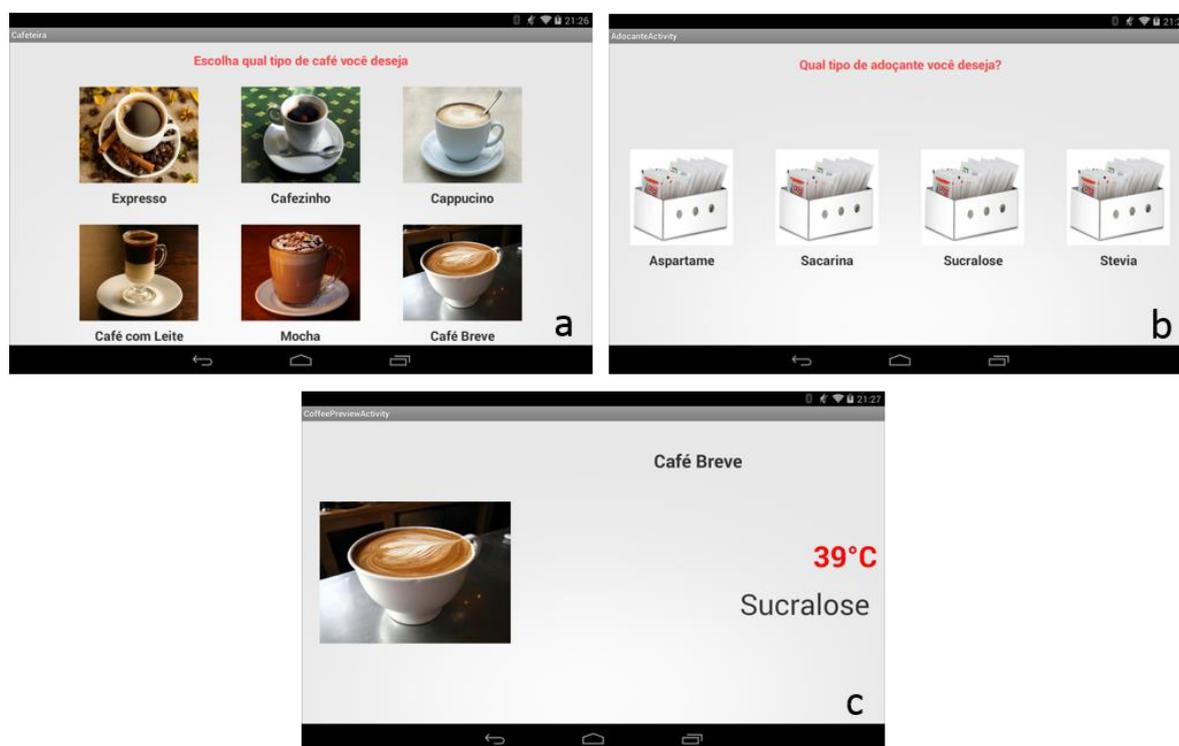


Figura 34. Telas do aplicativo para a cafeteira: (a) tela inicial para a escolha do tipo de bebida; (b) tela para a escolha do tipo de adoçante; (c) tela de exibição da bebida escolhida.

Além dos elementos de interface, o aplicativo para a cafeteira também se adapta de acordo com o valor do *predicate* “Diabetes”. Se o usuário indicar que tem *Diabetes*, então o aplicativo exibe um conjunto de tipos de adoçantes dietéticos para o usuário escolher (conforme pode ser visto na Figura 34.b).

O aplicativo para a geladeira tem duas funcionalidades desenvolvidas até o momento: (1) permitir ao usuário a escolha de receitas de acordo com o tipo de refeição e (2) apresentar um conjunto de receitas de acordo com a dieta alimentar do usuário. Para a adaptação da interface, foram considerados os valores dos *predicates* “AbilityToSee”, “FontSize” e “GraphicalElementSize”. O conjunto de regras de adaptação pode ser visto no APÊNDICE E. A Figura 35 exibe as telas do aplicativo para a geladeira antes do recebimento do perfil de usuário.

Além dos elementos de interface, o aplicativo também adapta o tipo de conteúdo exibido de acordo com os valores dos *predicates* “Diabetes” e “Vegetarian”, ambos provenientes do “Who Am I? – mobile”. As regras de adaptação da tela para a escolha do tipo de refeição são definidas no próprio aplicativo, enquanto que as regras para a adaptação das receitas (elementos de interface e tipos de receitas) estão contidas em um servidor de adaptação externo. Esse servidor de adaptação será utilizado pelos demais aplicativos em desenvolvimento.

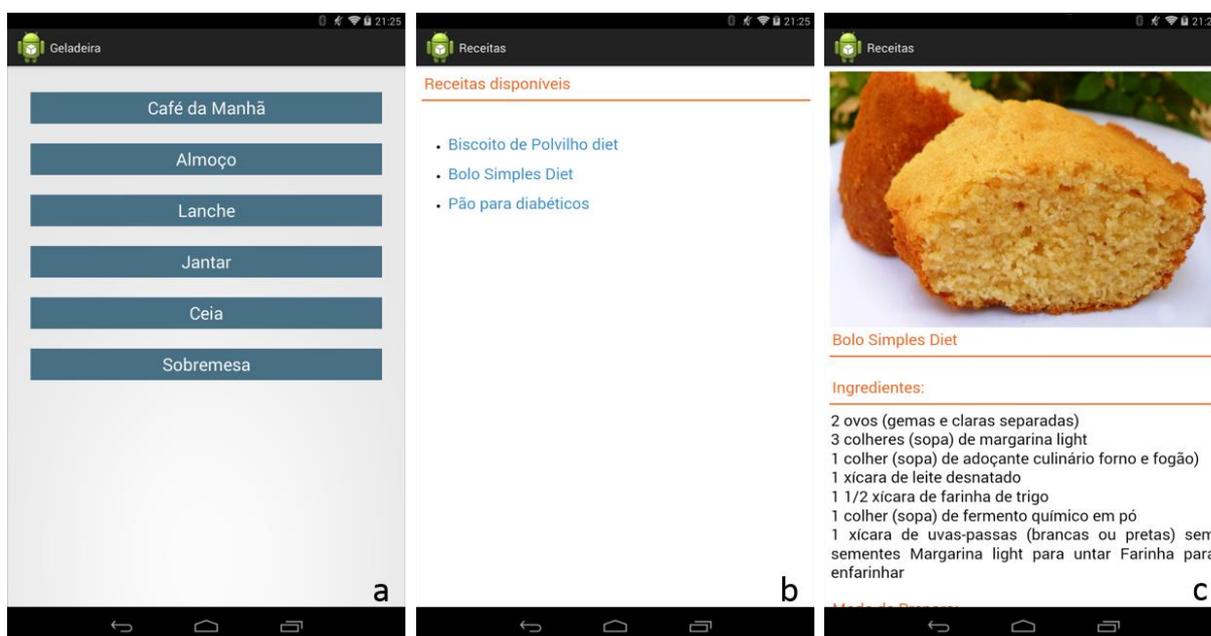


Figura 35. Telas do aplicativo para a geladeira: (a) tela inicial para a escolha do tipo de refeição; (b) tela exibindo a lista de receitas de acordo com as preferências indicadas no perfil de usuário; (c) tela de exibição das receitas.

4.5.2 Avaliação

Para a avaliação do segundo cenário de uso, foi solicitado aos dez participantes que indicassem como haviam preenchido o nível de visão, o tamanho de fonte preferido, se tinham diabetes e se a dieta alimentar deles incluía algum tipo de vegetarianismo. Para os que haviam participado do primeiro estudo, apenas foi solicitado que indicassem como haviam preenchido as informações sobre diabetes e dieta alimentar.

Antes da interação com cada um dos aplicativos, foi explicado aos participantes que a) os aplicativos representavam uma cafeteira e uma geladeira e que ambos se adaptam de acordo com as informações preenchidas no “Who Am I? – mobile”; b) após a ativação do Bluetooth do dispositivo móvel, a qualquer momento o aplicativo enviaria um pedido de autorização de envio de dados; c) caso o usuário autorizasse o envio dos dados, a interface do aplicativo seria adaptada.

A Figura 36.a mostra a interação de um dos participantes com o aplicativo para a cafeteira e a Figura 36.b mostra a interação com o aplicativo para a geladeira.

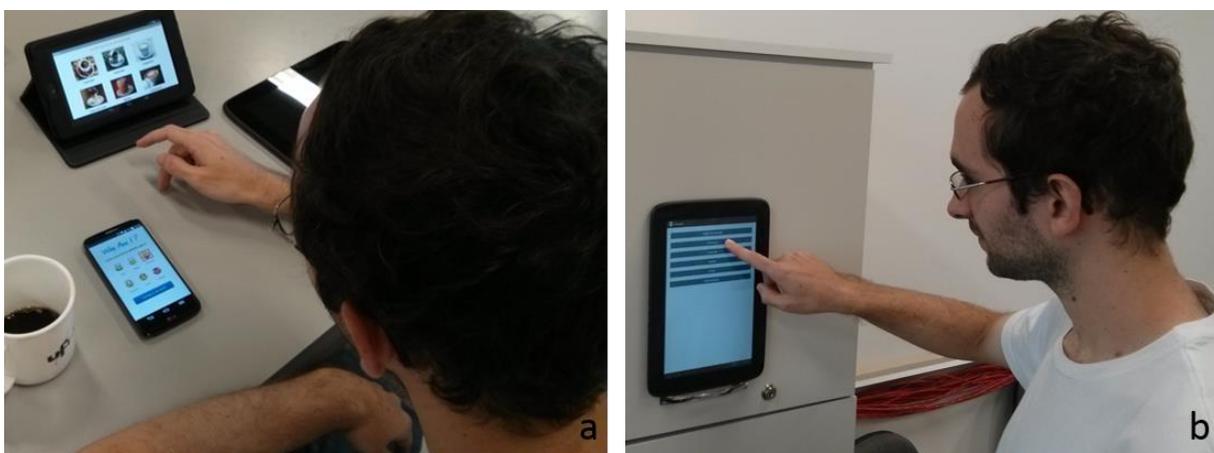


Figura 36. Interação de um dos participantes com o (a) aplicativo para a cafeteira e com o (b) aplicativo para a geladeira.

Já na Figura 37 são exibidas duas possíveis adaptações para a interface do aplicativo para a cafeteira.

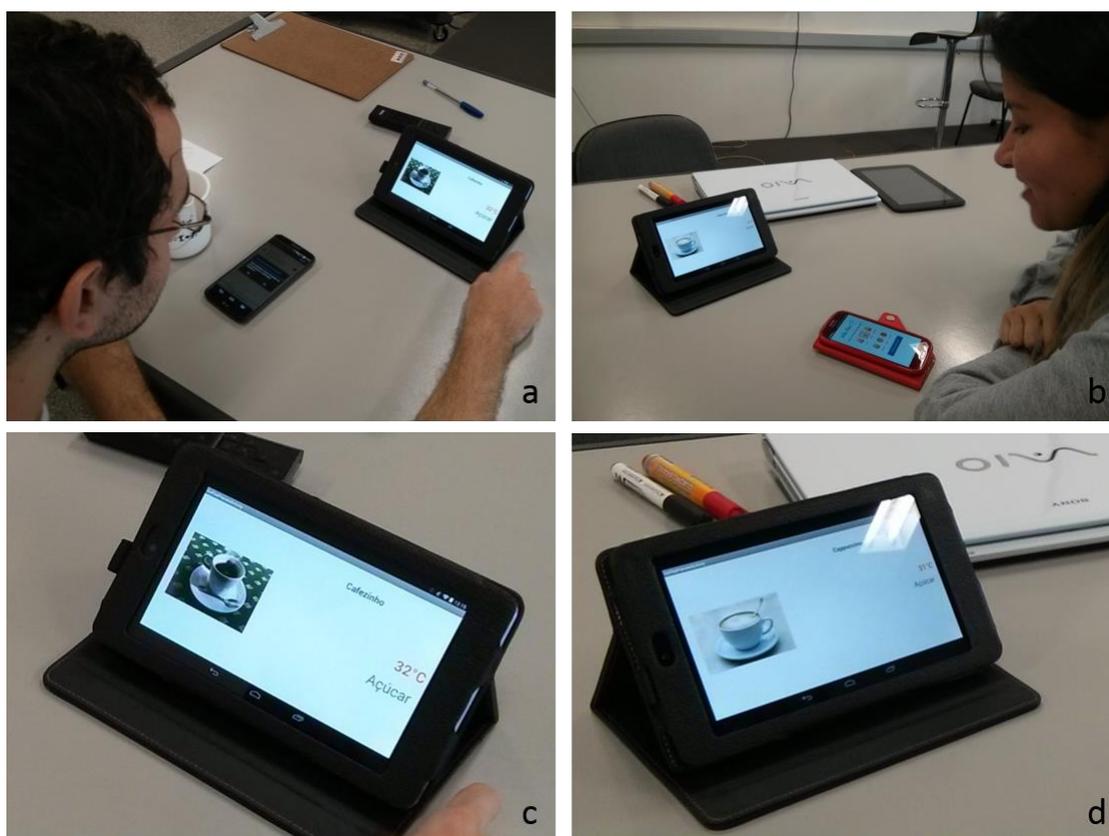


Figura 37. Duas possíveis adaptações para os elementos de interface do aplicativo para a cafeteira.

A Figura 37.a mostra a aplicação das regras 10, 11 e 12, apresentadas abaixo e disponíveis no APÊNDICE E:

- Regra 10: *WHENEVER* (Cafeteira, Cozinha, usuário com problemas de visão) *IF* (exibir café escolhido, texto com o tipo de café) *THEN* Cafeteira *IS MUST TO show* Σ (fonte, tamanho: 30 e estilo: negrito);
- Regra 11: *WHENEVER* (Cafeteira, Cozinha, usuário com problemas de visão) *IF* (exibir temperatura do café, texto com a temperatura) *THEN* Cafeteira *IS MUST TO show* Σ (fonte, tamanho: 48, estilo: negrito e cor: vermelho);
- Regra 12: *WHENEVER* (Cafeteira, Cozinha, usuário com problemas de visão) *IF* (exibir tipo de adoçante escolhido, texto com o tipo de adoçante) *THEN* Cafeteira *IS MUST TO show* Σ (fonte, tamanho: 48);

A Figura 37.b mostra a aplicação das regras 4, 5 e 6:

- Regra 4: *WHENEVER* (Cafeteira, Cozinha, todos) *IF* (exibir café escolhido, texto com o tipo de café) *THEN* Cafeteira *IS MUST TO show* Σ (fonte, tamanho: 22 e estilo: negrito);
- Regra 5: *WHENEVER* (Cafeteira, Cozinha, todos) *IF* (exibir temperatura do café, texto com a temperatura) *THEN* Cafeteira *IS MUST TO show* Σ (fonte, tamanho: 28, estilo: negrito e cor: vermelho);
- Regra 6: *WHENEVER* (Cafeteira, Cozinha, todos) *IF* (exibir tipo de adoçante escolhido, texto com o tipo de adoçante) *THEN* Cafeteira *IS MUST TO show* Σ (fonte, tamanho: 28);

Como pode ser observado nas imagens ampliadas (Figuras 37.c e 37.d), o tamanho da fonte dos textos da Figura 36.a está maior em relação ao da Figura 36.b.

Após a sessão de interação com ambos os aplicativos, o questionário SAM foi aplicado aos participantes. A Tabela 7 apresenta as respostas obtidas a partir do questionário. A sigla AV representa a avaliação do usuário para a experiência com a interação com o sistema, sendo que eles poderiam avaliar de forma positiva (AV+), neutra (AV0) ou negativa (AV-).

Tabela 7. Respostas obtidas a partir da aplicação do SAM.

Satisfação			Motivação			Sentimento de Controle		
AV+	AV0	AV-	AV+	AV0	AV-	AV+	AV0	AV-
9	0	1	9	1	0	5	1	4
usuários	usuários	usuários	usuários	usuários	usuários	usuários	usuários	usuários

Como pode ser observado na Tabela 7, nove usuários explicitaram satisfação e motivação durante a interação com os aplicativos, todavia quatro deles indicaram que não se sentiram no controle durante a interação. Um dos participantes indicou durante a interação que a forma de adoçar a bebida deve ser determinada não apenas pela informação sobre *Diabetes*, mas que deve ser levado em consideração também se o usuário está fazendo alguma dieta ou regime alimentar com objetivos específicos, como perder peso.

Após a aplicação do SAM, os usuários responderam ao questionário para a avaliação da *calmness* durante a interação com os aplicativos (APÊNDICE K). Neste cenário de uso, a *calm interaction* durante a interação com cada aplicativo foi avaliada

separadamente, visto que a *relevancy of interaction* e a *courtesy of interaction* estão relacionadas exclusivamente com a interação com o aplicativo.

A Figura 38 representa os resultados obtidos para cada uma das características avaliadas na interação com o aplicativo para a cafeteira. Conforme indicado pelo gráfico, todos os usuários indicaram que o aplicativo possuía alta *courtesy of interaction* e oito indicaram que o aplicativo possuía alta *relevancy of interaction*. No entanto, uma parte considerável dos usuários indicou *availability* e *context-sensitive timing* moderados.

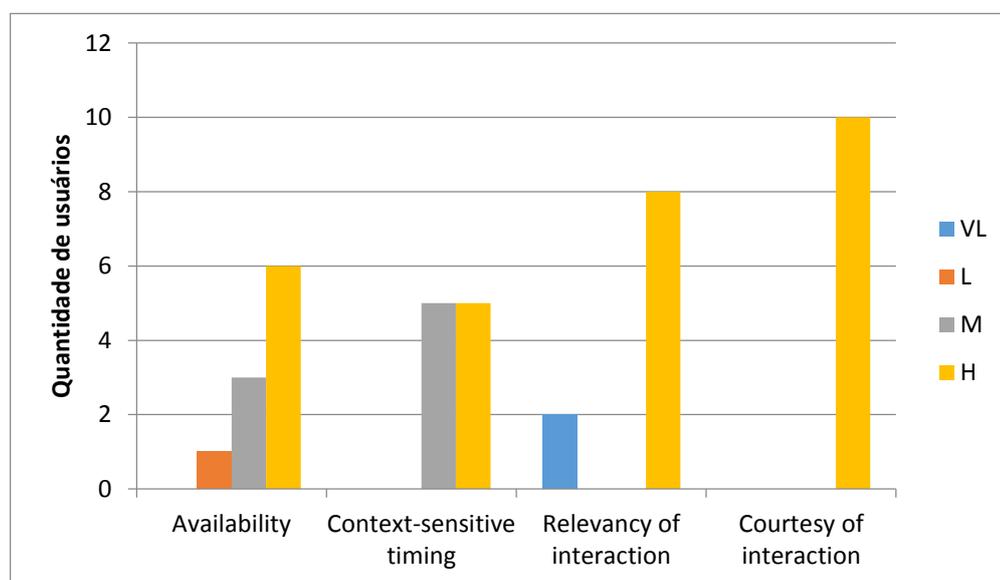


Figura 38. Resultados obtidos para cada uma das características da *calmness* avaliada durante a interação com o aplicativo para a cafeteira – VL: muito baixo (*very low*), L: baixo (*low*), M: médio (*medium*) e H: alto (*high*).

A Figura 39 representa os resultados obtidos para cada uma das características avaliadas na interação com o aplicativo para a geladeira. Conforme indicado pelo gráfico, nove usuários indicaram que o aplicativo possuía alta *courtesy of interaction* e sete indicaram que o aplicativo possuía alta *relevancy of interaction*. No entanto, uma parte considerável dos usuários indicou *availability* e *context-sensitive timing* moderados.

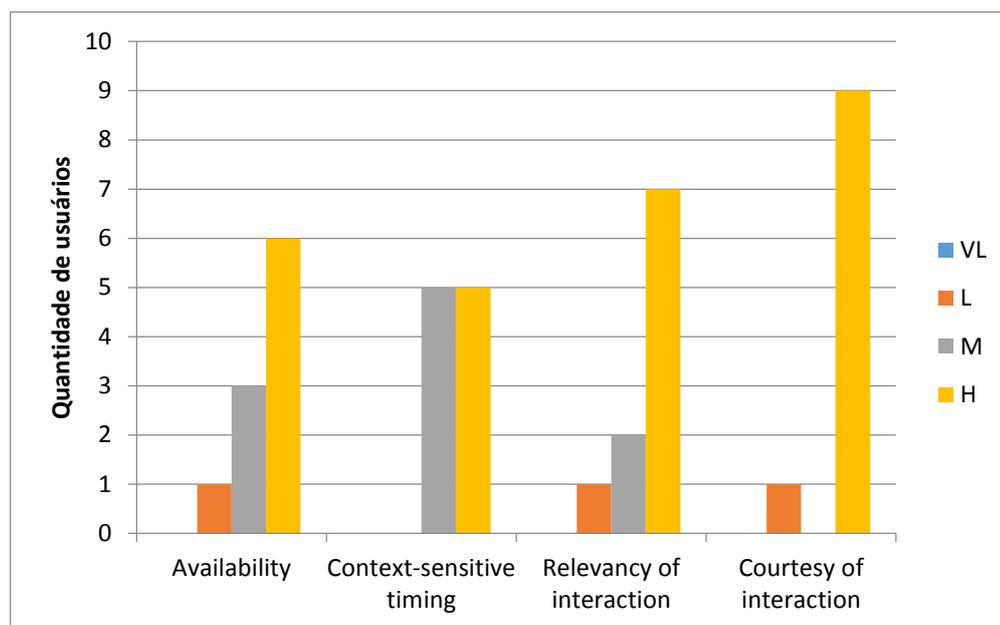


Figura 39. Resultados obtidos para cada uma das características da *calmness* avaliada durante a interação com o aplicativo para a geladeira – VL: muito baixo (*very low*), L: baixo (*low*), M: médio (*medium*) e H: alto (*high*).

A aplicação da fórmula (1) definida na Seção 2.6 para as características relacionadas à *calm timing* resultou nas médias: *availability*: 2,5 e *context-sensitive timing*: 2,5. Para a representação gráfica da *calmness*, os aplicativos para a cozinha inteligente e o “Who Am I? – mobile” foram considerados como um ambiente ubíquo único. Por este motivo, a fórmula (1) foi aplicada para as características relacionadas à *calm interaction* de cada aplicativo e, em seguida, foi obtida a média desses valores. Desta forma, a aplicação da fórmula (1) resultou nas médias: *relevancy of interaction*: 2,5 e *courtesy of interaction*: 2,9.

As médias obtidas foram marcadas na Figura 7 e ligadas através de linhas resultando na Figura 40. Como pode ser observado, a figura resultante indica que, de uma forma geral, a interação com o ambiente ubíquo gerou um nível de *calmness* médio, exceto pela *courtesy of interaction* que gerou um nível mais alto.

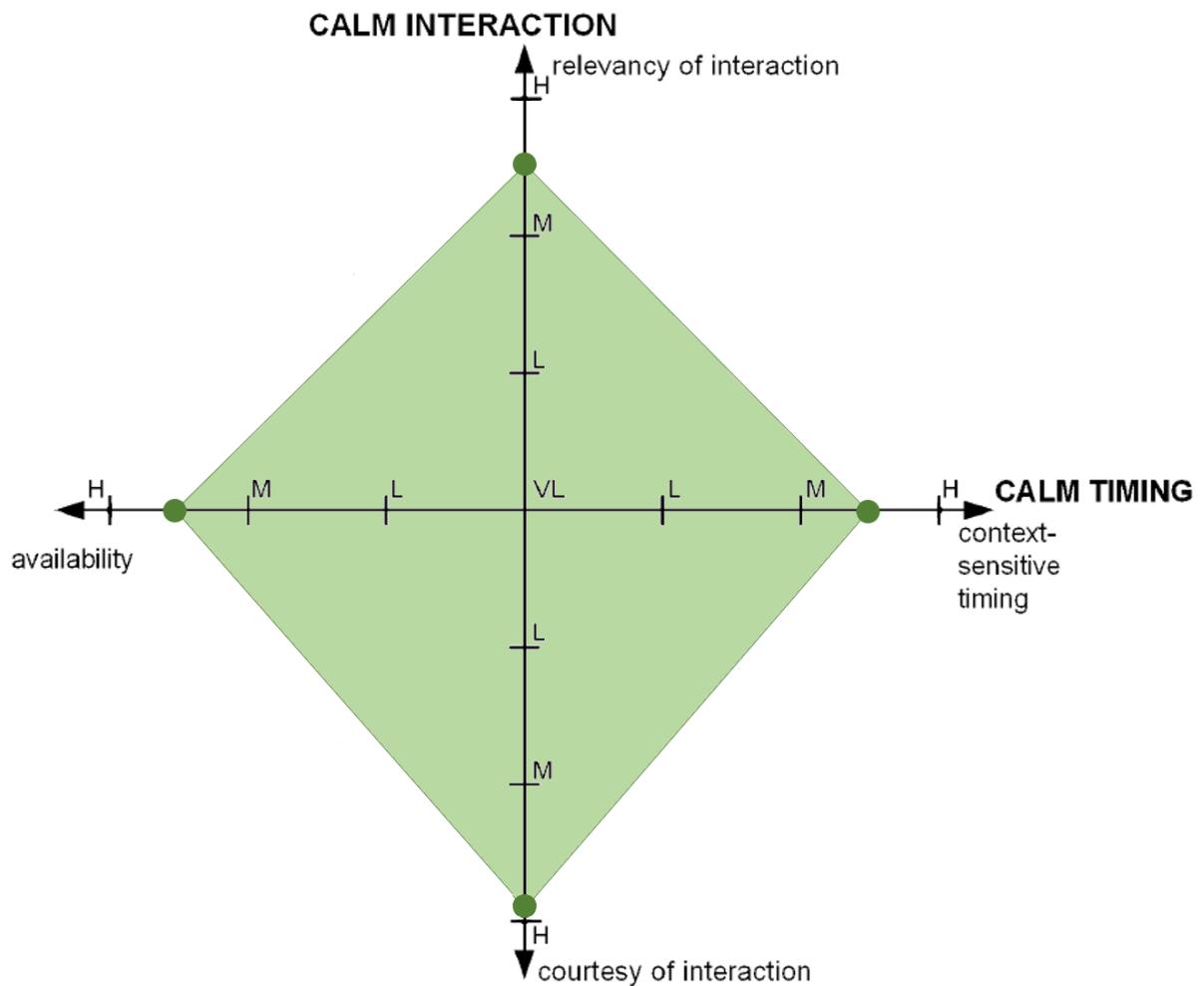


Figura 40. Representação do grau de *calmness* observado durante a interação com a simulação da cozinha inteligente.

Os resultados médios para as características *availability* e *relevancy of interaction* são justificados por problemas com o servidor de adaptação durante a interação dos usuários com o aplicativo para a geladeira, resultando em adaptações inadequadas aos perfis dos usuários, isto é, que não condiziam com suas necessidades e preferências de interação. O resultado da avaliação da *calmness* para essas duas características reflete o resultado do questionário SAM, onde 40% dos usuários indicaram não terem se sentido no controle durante a interação.

Os resultados do questionário SAM em relação à satisfação e à motivação apoiam o alto nível de *courtesy of interaction* obtido por meio da avaliação da *calmness*, indicando que a interação com o ambiente ubíquo se deu de maneira fluída, sem distúrbios, isto é, de forma transparente ao usuário.

4.6 Considerações Finais

O estudo realizado e apresentado neste capítulo objetivou a avaliação da viabilidade da arquitetura “Who Am I?” para a computação ubíqua e se ela atende à diversidade de usuários. Para tanto, foi conduzido um estudo de caso com dois cenários que contemplaram o desenvolvimento de um sistema de ponto de ônibus e uma simulação de uma cozinha inteligente por meio de dois aplicativos.

Para a avaliação do uso das soluções desenvolvidas por meio da arquitetura “Who Am I?”, foi utilizado o questionário SAM para a identificação da resposta emocional do usuário durante a interação e a avaliação da *calmness* de sistemas ubíquos para medir o nível de transparência de uso proporcionado aos usuários. Em ambos os cenários, os resultados do questionário SAM indicaram uma resposta emocional positiva dos usuários durante a interação com as soluções de software, no que diz respeito à satisfação e motivação. Contudo, parte dos usuários indicaram neutralidade ou uma resposta negativa em relação ao sentimento de controle.

Pode-se dizer que a resposta emocional do usuário é reflexo da transparência de uso proporcionada durante a interação, visto que os resultados da avaliação da *calmness* corroboraram com os resultados do questionário SAM. As duas soluções de software obtiveram nível médio de *calmness*. O BUSS apresentou níveis mais altos de *availability*, *relevancy of interaction* e *courtesy of interaction* e a simulação da cozinha inteligente apresentou nível de *courtesy of interaction* maior em relação às demais características.

Observou-se que no uso da simulação da cozinha inteligente por meio da arquitetura “Who Am I?”, a interação aconteceu de forma mais fluida ao usuário (*courtesy of interaction*) do que no uso do BUSS. Acredita-se que a quantidade de itens de perfil que influenciaram na adaptação da interface seja responsável por essa diferença. Quanto mais adaptável a interface é às necessidades e preferências do usuário, mais transparente seu uso se torna.

O próximo capítulo apresenta a síntese das contribuições, as limitações encontradas e discorre sobre alguns dos trabalhos futuros.

Capítulo 5

CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Um dos principais requisitos da Computação Ubíqua é ser sensível ao contexto para que a transparência de uso seja alcançada. Isto significa que os sistemas ubíquos têm a necessidade de conhecer, entre outras informações, o perfil de usuário para que eles possam ser adaptados às diferentes habilidades e capacidades e preferências de interação dos usuários. Contudo, a revisão da literatura sobre flexibilidade na computação ubíqua mostrou que, apesar de a adaptação dos sistemas ser uma preocupação constante, a maioria dos trabalhos foca na flexibilidade entre dispositivos e serviços.

Observou-se também que as pesquisas sobre acessibilidade em ambientes ubíquos focam em grupos isolados de usuários sem considerar as necessidades de interação de diferentes grupos em uma abordagem mais universal e inclusiva. Para apoiar a flexibilidade na computação ubíqua por considerar diferentes perfis de usuários, este trabalho propôs uma arquitetura para viabilizar a coleta, a modelagem e a oferta de perfis de usuários.

Na Seção 5.1 deste capítulo é apresentada uma síntese das principais contribuições desta dissertação. A Seção 5.2 discorre sobre as principais limitações encontradas durante a realização deste trabalho e traz reflexões sobre os trabalhos futuros.

5.1 Síntese das Contribuições

A principal contribuição deste trabalho é a arquitetura “*Who Am I?*” que: a) atende a diversidade de usuários por considerar suas necessidades e preferências de interação como parte do modelo de perfil de usuário adotado; b) viabiliza a coleta de perfis de usuários por meio do aplicativo “*Who Am I? – mobile*”; e c) permite a comunicação entre o aplicativo e os sistemas ubíquos de uma forma interoperável. A arquitetura foi utilizada para o desenvolvimento de um sistema de ponto de ônibus e uma simulação de uma cozinha inteligente. Os resultados obtidos da avaliação com usuários reais das duas soluções desenvolvidas demonstraram a viabilidade da arquitetura “*Who Am I?*” e que ela atende à diversidade de usuários.

Para determinar o comportamento flexível dos sistemas ubíquos, os designers e desenvolvedores precisam conhecer o modelo de perfil de usuário utilizado pelo “*Who Am I? – mobile*” e o protocolo de comunicação para a obtenção do arquivo contendo os dados de perfil. Para auxiliá-los, essas informações serão disponibilizadas no “*Who Am I? – web*” com exemplos de uso para facilitar a adoção da arquitetura.

Como contribuição anterior ao “*Who Am I?*”, foi proposta uma arquitetura de baixo custo para atender a diversidade de usuários na computação ubíqua (DE ALENCAR et al., 2014). Com o objetivo de mostrar que não são necessários muitos recursos para oferecer interfaces adaptadas para atender às necessidades e preferências dos usuários, a arquitetura proposta se mostra simples e de baixo custo por utilizar um computador Raspberry PI.²⁹

Com o objetivo de apoiar a identificação das características de usuários relevantes para a adaptação de cada sistema ubíquo, criou-se a técnica UbiCARD (ALENCAR; NERIS, 2013). A técnica é composta por três etapas: (1) Identificação de possibilidades de interação, (2) Design e discussão sobre viabilidade e (3) Formalização do perfil de interação. A aplicação das três etapas permite identificar um conjunto de características que pode ser usado para determinar quais informações do modelo de perfil de usuário do “*Who Am I? – mobile*” serão utilizadas para a criação do comportamento flexível do sistema ubíquo. A aplicação da técnica UbiCARD

²⁹ <http://www.raspberrypi.org/>.

permitiu a extensão da ontologia GUMO para contemplar aspectos fundamentais relacionados à adaptação da interface (ver APÊNDICE A).

Os resultados da aplicação da técnica PICTIVE para o design do “*Who Am I? – mobile*” permitiu a identificação de um conjunto de doze diretivas para o design de aplicações de software que coletam dados de usuário para a computação ubíqua (ALENCAR; NERIS, 2014). As diretivas abordam questões de acessibilidade, privacidade e segurança em coletores de perfil. Tendo a premissa do usuário estar sempre no controle, as diretivas indicam a melhor forma de se utilizar fontes externas para a coleta de dados e de incentivar os usuários a fornecerem seus dados.

5.2 Limitações e Trabalhos Futuros

Este trabalho propõe uma arquitetura para viabilizar a coleta, a modelagem e a oferta de perfis de usuários para a computação ubíqua, não fazendo parte de seu escopo determinar quais informações do perfil de usuário devem ser utilizadas e quais devem ser as adaptações nas interfaces dos sistemas ubíquos. Entretanto, a técnica UbiCARD foi proposta para auxiliar os designers e desenvolvedores na identificação das características de usuários relevantes para a adaptação de cada sistema ubíquo.

Durante a avaliação dos dois cenários de uso, notou-se que a maioria dos participantes indicou na tela de identificação do nível de visão que visualizaram apenas o círculo e o triângulo, resultando em um nível de visão médio. Contudo, pelos comentários dos participantes após o estudo, a não visualização da estrela (elemento menor) se deu devido às condições de iluminação ambiente e/ou ao nível de brilho da tela do dispositivo móvel. Após a adequação do “*Who Am I? – mobile*” para capturar corretamente o nível de visão, seria interessante uma nova avaliação para melhorar os resultados no que diz respeito à consideração da diversidade de usuários.

Como trabalho futuro, pretende-se adicionar ao “*Who Am I?*” formas de classificação dos sistemas ubíquos que utilizam o “*Who Am I? – mobile*”. Serão fornecidos meios para que os usuários avaliem os sistemas ubíquos utilizados determinando o nível de confiança deles. O nível de confiança de um sistema servirá de base para o usuário autorizar ou não o envio de seus dados.

Além da possibilidade de avaliação, pretende-se criar classificações para os sistemas ubíquos para determinar quais tipos de dados ele pode solicitar ao “*Who Am I? – mobile*”. Quando o sistema solicitar um tipo de dado não previsto, o usuário será notificado e terá a opção de autorizar ou não o envio deste dado específico. Acredita-se que essas duas funcionalidades aumentarão o sentimento de controle e a confiança dos usuários na utilização do aplicativo “*Who Am I? – mobile*” para realizar a coleta de seus dados.

Outra linha de trabalho será o estudo de como apoiar os sistemas ubíquos nas adaptações a diferentes necessidades e preferências dos usuários consultando uma base de dados com regras de design.

5.3 Considerações Finais

No contexto da computação ubíqua, a transparência de uso está relacionada ao uso inconsciente, fluido, de uma solução de software. Por ser um requisito estabelecido por Weiser, o pai da computação ubíqua, a transparência de uso torna a flexibilidade uma característica intrínseca dessa área da computação. Este trabalho buscou viabilizar o comportamento flexível das soluções de software considerando diferentes perfis de usuários por meio da arquitetura “*Who Am I?*”.

Por considerar o conjunto de características único de cada usuário, espera-se que este trabalho contribua com o 4º Grande Desafio de Pesquisa da Sociedade Brasileira de Computação, que diz ser necessário estender os sistemas computacionais para todos os brasileiros, respeitando suas diversidades e diferenças (BARANAUSKAS; SOUZA, 2006).

Espera-se também que o aplicativo “*Who Am I? – mobile*” possa ser visto como uma solução de software para tornar a interação com os sistemas ubíquos mais acessível, contribuindo para o 3º Grande Desafio de Pesquisa em Interação Humano-Computador no Brasil: Ubiquidade, Múltiplos Dispositivos e Tangibilidade (FURTADO et al., 2014). Para contribuir com 1º Grande Desafio de Pesquisa em Interação Humano-Computador: Futuro, Cidades Inteligentes e Sustentabilidade (NERIS; RODRIGUES; SILVA, 2014), espera-se que a arquitetura “*Who Am I?*” possa auxiliar no desenvolvimento de cidades inteligentes de uma maneira mais sustentável.

REFERÊNCIAS

ABASCAL, Julio et al. Automatically generating tailored accessible user interfaces for ubiquitous services. In: **proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility**. ACM, 2011. p. 187-194.

ABOWD, Gregory D.; MYNATT, Elizabeth D. Charting past, present, and future research in ubiquitous computing. **ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)**, v. 7, n. 1, p. 29-58, 2000.

ALENCAR, Tatiana Silva; DE ALMEIDA NERIS, Vânia Paula. Sistemas Ubíquos para Todos: conhecendo e mapeando os diferentes perfis de interação. In: **Proceedings of the 12th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems. Brazilian Computer Society**, 2013. p. 178-187.

ALENCAR, Tatiana Silva; DE ALMEIDA NERIS, Vânia Paula. Design Guidelines for Software Applications that Collect User Data for Ubicomp. In: **Proceedings of the 13th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems. Brazilian Computer Society**, 2014 (aceito para publicação).

ALMEIDA, Ricardo Aparecido Perez et al. Thing broker: a twitter for things. In: **Proceedings of the 2013 ACM conference on Pervasive and ubiquitous computing adjunct publication**. ACM, 2013. p. 1545-1554.

BARANAUSKAS, Maria Cecília Calani; SOUZA, Clarisse Sieclenius de Souza. Desafio nº 4: Acesso Participativo e Universal do Cidadão Brasileiro ao Conhecimento. **Computação Brasil**, ano VII, n. 27, 2006.

BILASCO, Ioan Marius et al. Semantics for intelligent delivery of multimedia content. In: **Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing**. ACM, 2010. p. 1366-1372.

CASAS, Roberto et al. **User modelling in ambient intelligence for elderly and disabled people**. Springer Berlin Heidelberg, 2008.

CHIBANI, Abdelghani; DJOUANI, Karim; AMIRAT, Yacine. Semantic middleware for context services composition in ubiquitous computing. In: **Proceedings of the 1st international conference on MOBILE Wireless MiddleWARE, Operating Systems, and Applications**. ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering), 2008. p. 9.

DE ALENCAR, Tatiana Silva et al. Addressing the Users' Diversity in Ubiquitous Environments through a Low Cost Architecture. In: **Universal Access in Human-Computer Interaction. Aging and Assistive Environments**. Springer International Publishing, 2014. p. 439-450.

DE ARAUJO, Regina Borges. Computação ubíqua: Princípios, tecnologias e desafios. In: **XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores**. 2003. p. 11-13.

DEY, Anind K. Understanding and using context. **Personal and ubiquitous computing**, v. 5, n. 1, p. 4-7, 2001.

DOBSON, Simon; NIXON, Paddy. More principled design of pervasive computing systems. In: **Engineering Human Computer Interaction and Interactive Systems**. Springer Berlin Heidelberg, 2005. p. 292-305.

DOLOG, Peter; NEJDL, Wolfgang. Challenges and benefits of the semantic web for user modelling. In: **Proceedings of Adaptive Hypermedia**. 2003.

DURÁN, Jon Imanol et al. A user meta-model for context-aware recommender systems. In: **Proceedings of the 1st International Workshop on Information Heterogeneity and Fusion in Recommender Systems**. ACM, 2010. p. 63-66.

FURTADO, Elizabeth Sucupira et al. Ubiquidade, Múltiplos Dispositivos e Tangibilidade. In: Baranauskas, Souza and Pereira (org.). **I GrandIHC-BR — Grandes Desafios de Pesquisa em Interação Humano-Computador no Brasil**.

Relatório Técnico. Comissão Especial de Interação Humano-Computador (CEIHC) da Sociedade Brasileira de Computação (SBC). ISBN: 978-85-7669-287-4. pp. 23-26. 2014.

HECKMANN, Dominik et al. Gumo—the general user model ontology. In: **User Modeling 2005**. Springer Berlin Heidelberg, 2005. p. 428-432.

HECKMANN, Dominik. Introducing situational statements as an integrating data structure for user modeling, context-awareness and resource-adaptive computing. **LLWA Lehren-Lernen-Wissen-Adaptivität (ABIS2003)**, p. 283-286, 2003.

HECKMANN, Dominik; KRUEGER, Antonio. A user modeling markup language (UserML) for ubiquitous computing. In: **User Modeling 2003**. Springer Berlin Heidelberg, 2003. p. 393-397.

HERVÁS, Ramón; BRAVO, José. Towards the ubiquitous visualization: Adaptive user-interfaces based on the Semantic Web. **Interacting with Computers**, v. 23, n. 1, p. 40-56, 2011.

HERVÁS, Ramón; BRAVO, José; FONTECHA, Jesús. A Context Model based on Ontological Languages: a Proposal for Information Visualization. **Journal of Universal Computer Science**, v. 16, n. 12, p. 1539-1555, 2010.

IBGE. **Censo 2010: número de católicos cai e aumenta o de evangélicos, espíritas e sem religião.** Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=2170>>. Acesso em: 30 abr. 2013.

ITU-T, 2013. Smart Cities - Seoul: a case study. **Technology Watch Report**.

KINDBERG, Tim; CHALMERS, Matthew; PAULOS, Eric. Guest editors' introduction: Urban computing. **Pervasive Computing, IEEE**, v. 6, n. 3, p. 18-20, 2007.

KINDBERG, Tim; FOX, Armando. System software for ubiquitous computing. **IEEE pervasive computing**, v. 1, n. 1, p. 70-81, 2002.

LAHLOU, Saadi; JEGOU, François. European disappearing computer privacy design guidelines, Version 1.1. **Ambient Agoras IST 2000-25134**, 2004.

LAHLOU, Saadi; LANGHEINRICH, Marc; RÖCKER, Carsten. Privacy and trust issues with invisible computers. **Communications of the ACM**, v. 48, n. 3, p. 59-60, 2005.

LANG, Peter J. The cognitive psychophysiology of emotion: Fear and anxiety. **Anxiety and the anxiety disorders**, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, p. 131-170, 1985.

LANGHEINRICH, Marc. A privacy awareness system for ubiquitous computing environments. In: **UbiComp 2002: Ubiquitous Computing**. Springer Berlin Heidelberg, 2002. p. 237-245.

LEE, Jintae; LAI, Kum-Yew. What's in design rationale?. **Human-Computer Interaction**, v. 6, n. 3-4, p. 251-280, 1991.

LEE, Jintae. SIBYL: A qualitative decision management system. **Artificial Intelligence at MIT: Expanding Frontiers**, v. 1, n. , p.104-133, 1990.

LIKERT, Rensis. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of psychology**, 1932.

LYYTINEN, Kalle; YOO, Youngjin. Issues and Challenges in Ubiquitous Computing. **Communications Of The ACM**, p.63-65, 2002.

MARTINEZ-VILLASEÑOR, Maria de Lourdes; GONZALEZ-MENDOZA, Miguel; HERNANDEZ-GRESS, Neil. Towards a ubiquitous user model for profile sharing and reuse. **Sensors**, v. 12, n. 10, p. 13249-13283, 2012.

MARTINI, Ricardo Giuliani.; LIBRELOTTO, Giovani Rupert. Uma abordagem para a personalização automática de interfaces de usuário para dispositivos móveis em

Ambientes Pervasivos. In: **XXXV SEMISH/XXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC)**. 2012.

MOSCHETTA, Eduardo; ANTUNES, Rodolfo S.; BARCELLOS, Marinho P. Flexible and secure service discovery in ubiquitous computing. **Journal of Network and Computer Applications**, v. 33, n. 2, p. 128-140, 2010.

MULLER, Michael J. PICTIVE—an exploration in participatory design. In: **Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems**. ACM, 1991. p. 225-231.

MULLER, Michael J.; HASLWANTER, Jean Hallewell; DAYTON, Tom. Participatory practices in the software lifecycle. **Handbook of human-computer interaction**, v. 2, p. 255-297, 1997.

MUMFORD, Enid. **Living with a computer**. Londres, Inglaterra: Institute of Personnel Management, 1964.

MUMFORD, Enid; HENSHALL, Don. **Participative approach to computer systems design: A Case Study of the Introduction of a New Computer System**. Halsted Press, 1979.

NAKAJIMA, Tatsuo et al. Middleware design issues for ubiquitous computing. In: **Proceedings of the 3rd international conference on Mobile and ubiquitous multimedia**. ACM, 2004. p. 55-62.

NERIS, Vânia P. Almeida et al. Design de interfaces para todos-Demandas da diversidade cultural e social. In: **XXXV SEMISH/XXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC)**. 2008. p. 76-90.

NERIS, Vânia Paula de Almeida. **Estudo e Proposta de um Framework para o Design de Interfaces de Usuário Ajustáveis**. 2010. 121 p. 2010. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências da Computação). Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

NERIS, Vânia Paula de Almeida; BARANAUSKAS, Maria Cecília Calani. User Interface Design Informed by Affordances and Norms Concepts. In: **12th IFIP WG 8.1 International Conference on Informatics and Semiotics in Organizations (ICISO)**. 2010. p. 133-140.

NERIS, Vânia Paula de Almeida; RODRIGUES, Kamila Rios da Hora; SILVA, Jaguaraci Batista. Futuro, Cidades Inteligentes e Sustentabilidades. In: Baranauskas, Souza and Pereira (org.). **I GrandIHC-BR — Grandes Desafios de Pesquisa em Interação Humano-Computador no Brasil**. Relatório Técnico. Comissão Especial de Interação Humano-Computador (CEIHC) da Sociedade Brasileira de Computação (SBC). ISBN: 978-85-7669-287-4. pp. 23-26. 2014.

NICKELSEN, Anders et al. OPEN: Open pervasive environments for migratory interactive services. In: **Proceedings of the 12th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services**. ACM, 2010. p. 639-646.

PANAGIOTOPOULOS, Ioannis; SEREMETI, Lambrini; KAMEAS, Achilles. An Alignable User Profile Ontology for Ambient Intelligence Environments. In: **Intelligent Environments (IE), 2011 7th International Conference on**. IEEE, 2011. p. 270-276.

POSLAD, Stefan. **Ubiquitous Computing - Smart Devices, Environments and Interactions**. Nova Iorque: John Wiley & Sons Ltd., Chippenham, 2009.

RIEKKI, Jukka; ISOMURSU, Pekka; ISOMURSU, Minna. Evaluating the calmness of ubiquitous applications. In: **Product Focused Software Process Improvement**. Springer Berlin Heidelberg, 2004. p. 105-119.

RITTEL, Horst; KUNZ, Werner. Issues as elements of information systems. **Institut für Grundlagen der Planung, University of Stuttgart, Stuttgart**, 1970.

SAHA, Debashis; MUKHERJEE, Amitava. Pervasive computing: a paradigm for the 21st century. **Computer**, v. 36, n. 3, p. 25-31, 2003.

SATYANARAYANAN, Mahadev. Pervasive Computing: Vision and Challenges. **Personal Communication, IEEE**, v. 8, n.4, p.10-17, 2001.

SCHMIDT, Albrecht. Context-Aware Computing: Context-Awareness, Context-Aware User Interfaces, and Implicit Interaction. **The Encyclopedia of Human-Computer Interaction**, 2^a Ed., 2013. Disponível em: http://www.interaction-design.org/encyclopedia/context-aware_computing.html.

SHNEIDERMAN, Ben. Universal usability. **Communications of the ACM**, v. 43, n. 5, p. 84-91, 2000.

TUDOR, Leslie Gayle et al. A participatory design technique for high-level task analysis, critique, and redesign: The CARD method. In: **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**. SAGE Publications, 1993. p. 295-299.

VON HESSLING, Andreas; KLEEMANN, Thomas; SINNER, Alex. Semantic user profiles and their applications in a mobile environment. **Fachberichte Informatik**, p. 2-2005, 2004.

WEISER, Mark. The computer for the 21st century. **Scientific american**, v. 265, n. 3, p. 94-104, 1991.

WEISER, Mark; BROWN, John Seely. Designing calm technology. **PowerGrid Journal**, v. 1, n. 1, p. 75-85, 1996.

WON SEO, Jang et al. An Intelligent Bus Status Informing Scheme Exploiting Smartphone Application. **International Journal of Smart Home**, v. 7, n. 3, p. 249-259, 2013.

YAMIN, Adenauer Corrêa. **Arquitetura para um Ambiente de Grade Computacional Direcionado às Aplicações Distribuídas, Móveis e Conscientes do Contexto da Computação Pervasiva**. 2004. 195 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

YI, Ding. Electronic bus stop boards promote the intelligent construction of urban public transportation. In: **International Conference On Computer Design and Applications**. p. 614-617, 2010.

YU, Shijun et al. User Profiles in Location-based Services: Make Humans More Nomadic and Personalized. In: **Databases and Applications**. 2004. p. 25-30.

APÊNDICE A – MODELO DE PERFIL DE USUÁRIO

group	subgroup	predicate	auxiliary	range
Abilities	Capabilities	AbilityToSee	has	low-medium-high
		AbilityToHear		yes-no
		AbilityToTalk		yes-no
		AbilityToWalk		yes-no
		AbilityToDifferentiateColors		yes-no
	Skills	ReadingSkills		yes-no
		TypingSkills		yes-no
		WritingSkills		yes-no
Demographics	-	Age	has	years
		EducationLevel		basic-primary- secondary- higher
		Employment	has	jobs
		FirstLanguage	hasKnowledge	languages
		SecondLanguage	hasKnowledge	languages
		Gender	has	male-female
Health	-	BloodPressure	has	low-normal-high
		Diabetes	has	yes-no
		ABO	has	A-B-AB-O
		RhFactor	has	positive-negative
		Vegetarian	hasPreference	none-ovo-lacto- ovolacto- semistrict-strict
Characteristics	-	Característica ¹	hasProperty	yes-no
Interest	Film	Tipo de filme ²	hasInterest	yes-no
	MusicGenre	Tipo de música ³		
	Games	Tipo de jogo ⁴		
	Recreation	Atividade de recreação ⁵		
	Sports	Esporte ⁶		

group	subgroup	predicate	auxiliary	range
Interface Preferences	Avatar	Avatar	hasPreference	yes-no
	Notifications	SoundNotif		primary-secondary
		VisualNotif		primary-secondary
	Layout	FontSize		small-medium-large
		GraphicalElementSize		small-medium-large
		Contrast		yes-no
	Input	VoicelInput		primary-secondary
		Touch		primary-secondary
	Output	Visual		primary-secondary
		VoiceOutput		primary-secondary
Information Presentation	Tipo de apresentação da informação ⁷	yes-no		

group	predicate	start	end	durability
EmotionalState	Anger	yyyy-MM-dd HH:mm:ss.S	yyyy-MM-dd HH:mm:ss.S	mm
	Anxiety			
	Excitement			
	Joy			
	Happiness			
	Sadness			

1	Anxious – Calm – Kind – Moody – Organized – Quiet – Reserved – Shy – Sympathetic – Talkative - Tense
2	Action – Animation - Martial Arts – Adventure – Classics – Comedy - Children And Family – Crime – Cult – Documentary – Drama - Sports And Exercise – Foreign – Fantasy - Science Fiction – Westerns – Television – War – Mystery - Music And Concert – Musicals – Soaps – Romance – Thriller - Horror
3	Blues – Celtic – Classical – Concerts - Choral Music – Country – Dance – Electronic - World Music – Folk – Religion - Heavy Metal – Hymns - Hip-Hop - Humor And Comedy – Indian – Improvisation – Jazz – Jewish – Karaoke – Lyrics – Composers – Musicals – Children - New Age – Opera - Symphony Orchestras – Popular – Psychedelic - Punk Rock – Quartets – Ragtime – Rap – Reggae – Rock - Rhythm-n-Blues - Western Swing
4	Action – Adventure – Racing – Sports – Strategy – Arcade – Platform - Board Games – Children – Fighting – Puzzle – Roleplaying – Simulation - Shoot-Em-Up - First-Person-Shooter
5	Camping – Pets – Aquariums – Crafts – Toys – Hunting – Hiking – Bicycling – Circus – Collecting – Dance – Puppets – Fairs – Festivals – Movies – Fireworks – Photography - Art Galleries – Humor – Gardening – Games - Fortune-telling – Gambling - World Games – Books – Lotteries – Juggling – Backpacking - Railroad Models - Roller Coasters – Museums - Knots And Splices - Bird Watching - Crossword Puzzles – Fishing – Kites – Beaches - Jigsaw Puzzles – Radio – Rafting – Television - Card Tricks - Magic tricks – Travel - Zoos
6	Athletics - Automobile Racing – Badminton – Basketball – Baseball – Boating – Bowling – Boxing – Boomerangs - Whitewater Kayaking – Karting – Cycling – Running - Horse Racing - Sled Dog Racing – Cricket - Flying Discs – Climbing – Fencing - Winter Sports – Skiing - Cross Country Skiing – Soccer – Football – Gymnastics – Golf – Hockey - Field Hockey - Ice Hockey – Sailing – Olympics – Luge – Wrestling - Scuba Diving – Motorcycles – Swimming – Skydiving – Skating - Ice Skating – Rodeos – Skateboarding – Snowboarding – Snowshoeing – Softball – Surfing – Tennis - Table Tennis – Triathlon – Volleyball – Windsurfing - Chess
7	Text – Image – Graphic – Color – Sound - SignLanguage

APÊNDICE B – ESTRUTURA DO PERFIL DE USUÁRIO (JSON)

```
{
  "abilities": [
    {
      "auxiliary": " ",
      "predicate": " ",
      "object": " ",
      "subgroup": " "
    }
  ],
  "demographics": [
    {
      "auxiliary": " ",
      "predicate": " ".
      "object": " ",
    }
  ],
  "health": [
    {
      "auxiliary": " ",
      "predicate": " ",
      "object": " "
    }
  ],
  "characteristics": [
    {
      "auxiliary": " ",
      "predicate": " "
    }
  ],
  "interest": [
    {
      "auxiliary": " ",
      "predicate": " ",
      "object": " ",
      "subgroup": " "
    }
  ],
  "interface_preferences": [
    {
      "auxiliary": " ",
      "predicate": " ",
      "object": " ",
      "subgroup": " "
    }
  ],
  "emotional_state": [
    {
      "predicate": " "
      "start": " ",
      "end": " ",
      "durability": " ",
    }
  ]
}
```

APÊNDICE C – REGRAS DE ADAPTAÇÃO DOS ELEMENTOS DE INTERFACE DO BUSS

As regras de adaptação devem ser lidas conforme a especificação abaixo:

WHENEVER (d, a, u) IF (f, r) THEN <system> IS <deontic operator> TO show $\Sigma(i, m)$ (NERIS; BARANAUSKAS, 2010)

onde:

d: dispositivo, a: ambiente, u: usuário (preferências e necessidades)

f: funcionalidade, r: representação

i: elemento de interface, m: modo (posição, tamanho, forma, cor, tipo, instância)

N°	Contexto			Condição		Comportamento flexível
	d	a	u	f	r	i e m
1	BUSS	Ponto de Ônibus	todos	todas	todas	(fonte, tamanho: 36)
2	BUSS	Ponto de Ônibus	todos	Exibir notícias	Caixa de texto com notícia	(tipo de notícia, atualidades)
3	BUSS	Ponto de Ônibus	Usuário com nível de visão baixo	todas	todas	(fonte, tamanho: 64 e estilo: negrito)
4	BUSS	Ponto de Ônibus	Usuário com nível de visão médio	todas	todas	(fonte, tamanho: 48 e estilo: negrito)
5	BUSS	Ponto de Ônibus	Usuário com nível de visão alto	todas	todas	(fonte, tamanho: 36)
6	BUSS	Ponto de Ônibus	Tamanho da fonte grande	todas	todas	(fonte, tamanho: 64)
7	BUSS	Ponto de Ônibus	Tamanho da fonte médio	todas	todas	(fonte, tamanho: 48)
8	BUSS	Ponto de Ônibus	Tamanho da fonte pequeno	todas	todas	(fonte, tamanho: 36)
9	BUSS	Ponto de Ônibus	Interesse em filmes	Exibir notícias	Caixa de texto com notícia	(tipo de notícia, filmes)
10	BUSS	Ponto de Ônibus	Interesse em música	Exibir notícias	Caixa de texto com notícia	(tipo de notícia, músicas)
11	BUSS	Ponto de Ônibus	Interesse em jogos	Exibir notícias	Caixa de texto com notícia	(tipo de notícia, jogos)
12	BUSS	Ponto de Ônibus	Interesse em esportes	Exibir notícias	Caixa de texto com notícia	(tipo de notícia, esportes)

APÊNDICE D – REGRAS DE ADAPTAÇÃO DO APLICATIVO PARA A CAFETEIRA

As regras de adaptação devem ser lidas conforme a especificação abaixo:

WHENEVER (d, a, u) IF (f, r) THEN <system> IS <deontic operator> TO show $\Sigma(i, m)$ (NERIS; BARANAUSKAS, 2010)

onde:

d: dispositivo, a: ambiente, u: usuário (preferências e necessidades)

f: funcionalidade, r: representação

i: elemento de interface, m: modo (posição, tamanho, forma, cor, tipo, instância)

Nº	Contexto			Condição		Comportamento flexível
	d	a	u	f	r	i e m
1	Cafeteira	Cozinha	todos	Escolher tipo de café	Título descritivo da página	(fonte, tamanho: 21)
2	Cafeteira	Cozinha	todos	Escolher tipo de café	Texto com o tipo de bebida	(fonte, tamanho: 16)
3	Cafeteira	Cozinha	todos	Escolher tipo de adoçante	Texto com o tipo de adoçante	(fonte, tamanho: 16)
4	Cafeteira	Cozinha	todos	Exibir café escolhido	Texto com o tipo de bebida	(fonte, tamanho: 22 e estilo: negrito)
5	Cafeteira	Cozinha	todos	Exibir temperatura do café	Texto com a temperatura	(fonte, tamanho: 28, estilo: negrito e cor: vermelho)
6	Cafeteira	Cozinha	todos	Exibir tipo de adoçante escolhido	Texto com o tipo de adoçante	(fonte, tamanho: 28)
7	Cafeteira	Cozinha	problemas de visão	Escolher tipo de café	Título descritivo da página	(fonte, tamanho: 28 e estilo: negrito)
8	Cafeteira	Cozinha	problemas de visão	Escolher tipo de café	Texto com o tipo de bebida	(fonte, tamanho: 22 e estilo: negrito)
9	Cafeteira	Cozinha	problemas de visão	Escolher tipo de adoçante	Texto com o tipo de adoçante	(fonte, tamanho: 22 e estilo: negrito)
10	Cafeteira	Cozinha	problemas de visão	Exibir café escolhido	Texto com o tipo de bebida	(fonte, tamanho: 30 e estilo: negrito)
11	Cafeteira	Cozinha	problemas de visão	Exibir temperatura do café	Texto com a temperatura	(fonte, tamanho: 48, estilo: negrito e cor: vermelho)
12	Cafeteira	Cozinha	problemas de visão	Exibir tipo de adoçante escolhido	Texto com o tipo de adoçante	(fonte, tamanho: 48)

APÊNDICE E – REGRAS DE ADAPTAÇÃO DO APLICATIVO PARA A GELADEIRA

As regras de adaptação devem ser lidas conforme a especificação abaixo:

WHENEVER (d, a, u) IF (f, r) THEN <system> IS <deontic operator> TO show $\Sigma(i, m)$ (NERIS; BARANAUSKAS, 2010)

onde:

d: dispositivo, a: ambiente, u: usuário (preferências e necessidades)

f: funcionalidade, r: representação

i: elemento de interface, m: modo (posição, tamanho, forma, cor, tipo, instância)

N°	Contexto			Condição		Comportamento flexível
	d	a	u	f	r	i e m
1	Geladeira	Cozinha	Todos	Escolher tipo de receita	Botão com o tipo de receita	(fonte, tamanho: 20)
2	Geladeira	Cozinha	Tamanho da fonte pequeno ou nível de visão alto	Escolher tipo de receita	Botão com o tipo de receita	(fonte, tamanho: 14)
3	Geladeira	Cozinha	Tamanho da fonte médio ou nível de visão médio	Escolher tipo de receita	Botão com o tipo de receita	(fonte, tamanho: 20)
4	Geladeira	Cozinha	Tamanho da fonte grande ou nível de visão baixo	Escolher tipo de receita	Botão com o tipo de receita	(fonte, tamanho: 26)
5	Geladeira	Cozinha	Todos	Exibir lista de receitas	Hyperlinks para as receitas	(fonte, tamanho: 18)
6	Geladeira	Cozinha	Tamanho da fonte pequeno ou nível de visão alto	Exibir lista de receitas	Hyperlinks para as receitas	(fonte, tamanho: 18)
7	Geladeira	Cozinha	Tamanho da fonte médio ou nível de visão médio	Exibir lista de receitas	Hyperlinks para as receitas	(fonte, tamanho: 24)
8	Geladeira	Cozinha	Tamanho da fonte grande ou nível de visão baixo	Exibir lista de receitas	Hyperlinks para as receitas	(fonte, tamanho: 32)
9	Geladeira	Cozinha	Todos	Exibir lista de receitas	Título descritivo da página	(fonte, tamanho: 18)
10	Geladeira	Cozinha	Tamanho da fonte pequeno ou nível de visão alto	Exibir lista de receitas	Título descritivo da página	(fonte, tamanho: 18)
11	Geladeira	Cozinha	Tamanho da fonte médio ou nível de visão médio	Exibir lista de receitas	Título descritivo da página	(fonte, tamanho: 24)
12	Geladeira	Cozinha	Tamanho da fonte grande ou nível de visão baixo	Exibir lista de receitas	Título descritivo da página	(fonte, tamanho: 32)

13	Geladeira	Cozinha	Todos	Visualizar receita	Texto explicativo da receita	(fonte, tamanho: 18)
14	Geladeira	Cozinha	Tamanho da fonte pequeno ou nível de visão alto	Visualizar receita	Texto explicativo da receita	(fonte, tamanho: 18)
15	Geladeira	Cozinha	Tamanho da fonte médio ou nível de visão médio	Visualizar receita	Texto explicativo da receita	(fonte, tamanho: 24)
16	Geladeira	Cozinha	Tamanho da fonte grande ou nível de visão baixo	Visualizar receita	Texto explicativo da receita	(fonte, tamanho: 32)
17	Geladeira	Cozinha	Todos	Visualizar receita	Títulos descritivos da receita*	(fonte, tamanho: 18)
18	Geladeira	Cozinha	Tamanho da fonte pequeno ou nível de visão alto	Visualizar receita	Títulos descritivos da receita*	(fonte, tamanho: 18)
19	Geladeira	Cozinha	Tamanho da fonte médio ou nível de visão médio	Visualizar receita	Títulos descritivos da receita*	(fonte, tamanho: 24)
20	Geladeira	Cozinha	Tamanho da fonte grande ou nível de visão baixo	Visualizar receita	Títulos descritivos da receita*	(fonte, tamanho: 32)
21	Geladeira	Cozinha	Todos	Visualizar receita	Imagem ilustrativa	(largura, tamanho: 50%)
22	Geladeira	Cozinha	Tamanho da imagem pequeno ou nível de visão alto	Visualizar receita	Imagem ilustrativa	(largura, tamanho: 50%)
23	Geladeira	Cozinha	Tamanho da imagem médio ou nível de visão médio	Visualizar receita	Imagem ilustrativa	(largura, tamanho: 70%)
24	Geladeira	Cozinha	Tamanho da imagem grande ou nível de visão baixo	Visualizar receita	Imagem ilustrativa	(largura, tamanho: 100%)
*nome, ingredientes e modo de preparo						

APÊNDICE F – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (CENÁRIO: PONTO DE ÔNIBUS)

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

1. Você está sendo convidado para participar da pesquisa “O uso do “*Who Am I?*” para a adaptação de aplicações ubíquas – Cenário de uso: Ponto de Ônibus”.
2. Você foi selecionado para ser voluntário e sua participação não é obrigatória.
3. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento.
4. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador, com a instituição.
5. Essa pesquisa tem por objetivo estudar as impressões do usuário durante o preenchimento do perfil no aplicativo “*Who Am I?*”, avaliar a *calmness* (uso inconsciente do sistema para realizar tarefas cotidianas) do ambiente ubíquo como um todo e as respostas emocionais resultantes dessa interação.
6. Sua participação nesta pesquisa consistirá em usar o aplicativo *Who Am I?* e um sistema de ponto de ônibus.
7. A sua participação na pesquisa pode envolver algum desconforto relacionado ao tempo despendido com a realização da sessão e do preenchimento de questionários, sendo que faremos o possível para minimizar possíveis desconfortos. Em relação ao conteúdo dos questionários, os mesmos serão planejados de modo a evitar possíveis constrangimentos ou desconfortos, e caso ocorram você pode se recusar a responder ou mesmo interromper a sua participação a qualquer momento, sem qualquer prejuízo em sua relação com a instituição ou com o pesquisador.
8. Os benefícios relacionados com a sua participação são os descritos no item 5 desse termo e você terá acesso aos resultados da pesquisa por meio de artigos científicos publicados em congressos e pelo site do laboratório LIFeS: <http://lifes.dc.ufscar.br>.
9. As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação.
10. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação.
11. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Tatiana Silva de Alencar
Departamento de Computação (DC)
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Caixa Postal 676

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

São Carlos, ___/___/___

Assinatura do Sujeito da pesquisa ou do seu Responsável

APÊNDICE G – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (CENÁRIO: COZINHA INTELIGENTE)

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

1. Você está sendo convidado para participar da pesquisa “O uso do *Who Am I?*” para a adaptação de aplicações ubíquas – Estudo de caso 2: Simulação de uma Cozinha Inteligente”.
2. Você foi selecionado para ser voluntário e sua participação não é obrigatória.
3. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento.
4. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador, com a instituição.
5. Essa pesquisa tem por objetivo estudar as impressões do usuário durante o preenchimento do perfil no aplicativo *Who Am I?*; avaliar a *calmness* (uso inconsciente do sistema para realizar tarefas cotidianas) do ambiente ubíquo como um todo e as respostas emocionais resultantes dessa interação.
6. Sua participação nesta pesquisa consistirá em usar o aplicativo *Who Am I?* e dois aplicativos da Cozinha Inteligente, um representando uma cafeteira e um representando uma geladeira.
7. A sua participação na pesquisa pode envolver algum desconforto relacionado ao tempo despendido com a realização da sessão e do preenchimento de questionários, sendo que faremos o possível para minimizar possíveis desconfortos. Em relação ao conteúdo dos questionários, os mesmos serão planejados de modo a evitar possíveis constrangimentos ou desconfortos, e caso ocorram você pode se recusar a responder ou mesmo interromper a sua participação a qualquer momento, sem qualquer prejuízo em sua relação com a instituição ou com o pesquisador.
8. Os benefícios relacionados com a sua participação são os descritos no item 5 desse termo e você terá acesso aos resultados da pesquisa por meio de artigos científicos publicados em congressos e pelo site do laboratório LIFeS: <http://lifes.dc.ufscar.br>.
9. As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação.
10. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação.
11. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Tatiana Silva de Alencar
Departamento de Computação (DC)
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Caixa Postal 676
13565-905 São Carlos-SP

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

São Carlos, ___/___/___

Assinatura do Sujeito da pesquisa ou do seu Responsável

APÊNDICE H – AUTORIZAÇÃO DE CAPTAÇÃO E EXIBIÇÃO DE IMAGEM, SOM E NOME

AUTORIZAÇÃO DE CAPTAÇÃO E EXIBIÇÃO DE IMAGEM, SOM E NOME

Eu, _____, (nacionalidade) _____, (estado civil) _____ portador da Cédula de Identidade RG nº _____ (ou Registro Nacional de Estrangeiro _____), inscrito no CPF/MF sob o número _____ autorizo a captação, utilização e exibição de minha voz e imagem pela UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCar, diretamente ou através do Departamento de Computação – DC ou outra entidade vinculada ou contratada, a serem utilizadas em obras audiovisuais a serem produzidas para fins institucionais, didáticos e/ou científicos, sejam essas destinadas à divulgação ao público em geral e/ou apenas para uso interno desta instituição.

1. A presente autorização, concedida a título gratuito, confere à UFSCar, diretamente ou através do Laboratório LIFeS – DC ou outra entidade vinculada ou contratada, o direito de utilizar minhas imagens e voz, nas obras para veiculação interna na UFSCar, bem como em eventos externos, no Brasil e no exterior, por mídia escrita, eletrônica ou digital, tais como Revistas, Manuais, Portais de Internet, folders, atividades de caráter didático ou científico, trabalhos científicos, programas de Rádio e TV, publicações em geral, entre outros, a critério exclusivo da UFSCar, desde que não haja desvirtuamento da sua finalidade.

2. As obras poderão ser distribuídas pelo Laboratório LIFeS – DC – UFSCar ou por outra entidade vinculada ou contratada, de forma gratuita ou comercial, sendo certo que nada será devido pelo uso das imagens ou voz objetos da presente autorização, mesmo nas hipóteses de comercialização das obras, em parceira ou não com outras pessoas jurídicas.

3. Declaro estar ciente de que as imagens e voz captadas nesta ocasião farão parte de um "banco de imagens" pertencente ao Laboratório LIFeS – DC – UFSCar e que poderão ser utilizadas a qualquer tempo e de acordo com os critérios da mesma.

4. Por esta ser a expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos à minha imagem ou a qualquer outro título, e assino a presente autorização em 02 (duas) vias de igual teor e forma.

São Carlos, _____ de _____ de 2014.

(Assinatura)

(Nome por extenso)

APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE PERFIL E AVALIAÇÃO DO “*WHO AM I? – MOBILE*”

Questionário – Pré-sessão

Perfil do participante

1. Gênero:
 - Feminino;
 - Masculino.
2. Idade: ____ anos.
3. Qual o seu grau de escolaridade:
 - Nenhuma escolaridade;
 - Ensino Fundamental: 1ª a 4ª série;
 - Ensino Fundamental: 5ª a 8ª série;
 - Ensino médio;
 - Superior;
 - Pós-graduação.
4. Você já fez uso de outro coletor de perfil?
 - Sim;
 - Não.
5. Você já fez uso de alguma aplicação ubíqua (aplicação que disponibiliza seus recursos em todos os lugares, de forma intuitiva e transparente ao usuário)?
 - Sim;
 - Não.
7. A quantidade de páginas em que você teve que navegar para preencher o seu perfil está adequada.
 - Não concordo totalmente;
 - Não concordo parcialmente;
 - Indiferente;
 - Concordo parcialmente;
 - Concordo totalmente.
8. As informações coletadas são relevantes.
 - Não concordo totalmente;
 - Não concordo parcialmente;
 - Indiferente;
 - Concordo parcialmente;
 - Concordo totalmente.
9. Achei fácil o preenchimento das informações.
 - Não concordo totalmente;
 - Não concordo parcialmente;
 - Indiferente;
 - Concordo parcialmente;
 - Concordo totalmente.

Uso do “*Who Am I?*”

6. A quantidade de dados que você teve que preencher está adequada.
 - Não concordo totalmente;
 - Não concordo parcialmente;
 - Indiferente;
 - Concordo parcialmente;
 - Concordo totalmente.
10. Você preencheu todos os itens solicitados?
 - Sim;
 - Não.
 Se não, por quê?

11. Após o preenchimento, você definiu uma senha de acesso?
 - Sim;
 - Não.
 Se não, por quê?

12. Após o preenchimento, você exportou o seu perfil para fazer um backup?

() Sim;

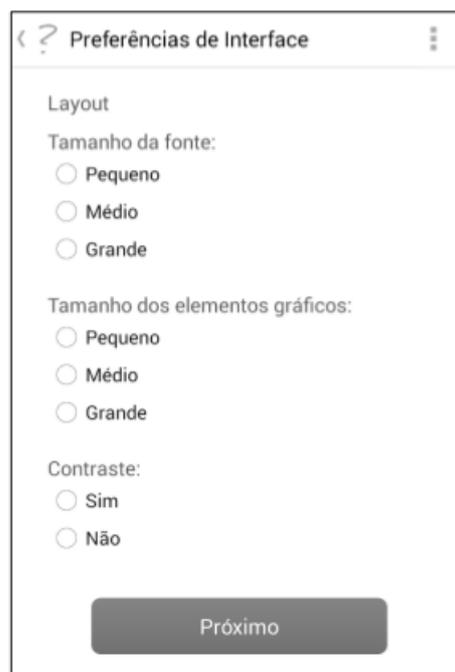
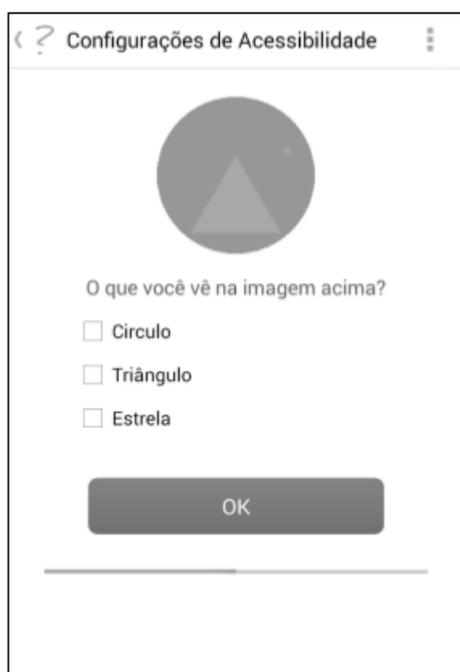
() Não.

Se não, por quê?

13. Você encontrou alguma dificuldade em utilizar o "Who Am I"?

14. Sugestões:

15. Nas três figuras abaixo, reproduza como você preencheu os dados no aplicativo "Who Am I?":



< ? Nutrição e Saúde

Pressão arterial:

Pressão normal

Pressão baixa (hipotensão)

Pressão Alta (hipertensão)

Você é diabético?

Sim Não

Qual o seu tipo sanguíneo?

ABO:

A

B

AB

O

Fator Rh:

+ (Positivo) - (Negativo)

De qual forma de vegetarianismo você é adepto?

Não sou vegetariano

Ovovegetarianismo

Lactovegetarianismo

Ovolactovegetarianismo

Vegetarianismo semiestrito

Vegetarianismo estrito

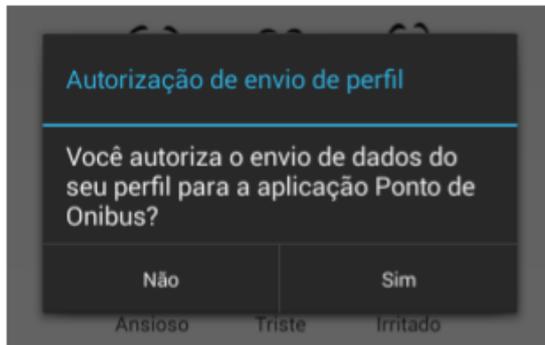
Salvar

APÊNDICE J – QUESTIONÁRIO PARA A AVALIAÇÃO DA CALMNESS (CENÁRIO: PONTO DE ÔNIBUS)

1. Durante a interação, em algum momento a aplicação “Who Am I?” e/ou o sistema do ponto de ônibus apresentaram alguma indisponibilidade?

() 0 – As aplicações não estavam disponíveis;
 () 1 – As aplicações estavam disponíveis somente em alguns momentos;
 () 2 – As aplicações estavam disponíveis a maior parte do tempo;
 () 3 – As aplicações estavam sempre disponíveis.

2. Você acha que o tempo decorrido entre a ativação do Bluetooth e o recebimento do pedido de envio de dados foi adequado (ver imagem abaixo)?



- () 0 - Não recebi nenhuma notificação ao ativar o Bluetooth;
 () 1 - A mensagem foi enviada na hora inadequada;
 () 2 – A mensagem foi enviada na hora próxima ao adequado;
 () 3 - O envio da mensagem ocorreu no momento adequado.

3. O que você achou da adaptação da interface do Ponto de Ônibus?

() 0 – Não ocorreu nenhuma adaptação;
 () 1 - A adaptação foi inadequada;
 () 2 – A adaptação foi próxima do adequado;
 () 3 – A adaptação foi adequada.

4. Você acha que a interação com o Ponto de Ônibus se deu de maneira “invisível”, ou seja, de maneira fluida, sem distúrbios?

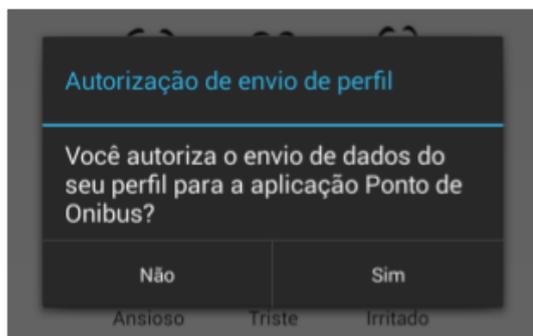
() 0 – A interação causou muito distúrbio;
 () 1 – A interação causou distúrbio moderado.
 () 2 – A interação causou um pouco de distúrbio.
 () 3 – A interação não causou distúrbio.

APÊNDICE K – QUESTIONÁRIO PARA A AVALIAÇÃO DA CALMNESS (CENÁRIO: COZINHA INTELIGENTE)

1. Durante a interação, em algum momento a aplicação “Who Am I?” e/ou as aplicações da cozinha apresentaram alguma indisponibilidade?

() 0 – As aplicações não estavam disponíveis;
 () 1 – As aplicações estavam disponíveis somente em alguns momentos;
 () 2 – As aplicações estavam disponíveis a maior parte do tempo;
 () 3 – As aplicações estavam sempre disponíveis.

2. Você acha que o tempo decorrido entre a ativação do Bluetooth e o recebimento do pedido de envio de dados foi adequado (ver imagem abaixo)?



() 0 – Não recebi nenhuma notificação ao ativar o Bluetooth;
 () 1 – A mensagem foi enviada na hora inadequada;
 () 2 – A mensagem foi enviada na hora próxima ao adequado;
 () 3 – O envio da mensagem ocorreu no momento adequado.

3. O que você achou da adaptação da interface da aplicação Cafeteira?

() 0 – Não ocorreu nenhuma adaptação;
 () 1 – A adaptação foi inadequada;
 () 2 – A adaptação foi próxima do adequado;
 () 3 – A adaptação foi adequada.

4. O que você achou da adaptação da interface da aplicação Geladeira?

() 0 – Não ocorreu nenhuma adaptação;
 () 1 – A adaptação foi inadequada;
 () 2 – A adaptação foi próxima do adequado;
 () 3 – A adaptação foi adequada.

5. Você acha que a interação com a aplicação Cafeteira se deu de maneira “invisível”, ou seja, de maneira fluida, sem distúrbios?

() 0 – A interação causou muito distúrbio;
 () 1 – A interação causou distúrbio moderado.
 () 2 – A interação causou um pouco de distúrbio.
 () 3 – A interação não causou distúrbio.

6. Você acha que a interação com a aplicação Geladeira se deu de maneira “invisível”, ou seja, de maneira fluida, sem distúrbios?

() 0 – A interação causou muito distúrbio;
 () 1 – A interação causou distúrbio moderado.
 () 2 – A interação causou um pouco de distúrbio.
 () 3 – A interação não causou distúrbio.