

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA**

**IDENTIFICAÇÃO CONTEXTUALIZADA DE
OBJETOS E PESSOAS NA ARQUITETURA
CLINICSPACE**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Alexander Fiabane do Rego

Santa Maria, RS, Brasil

2012

IDENTIFICAÇÃO CONTEXTUALIZADA DE OBJETOS E PESSOAS NA ARQUITETURA CLINICSPACE

Alexander Fiabane do Rego

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Computação do Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI), Área de Concentração em Computação, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Computação**

Orientadora: Prof.^a Iara Augustin

Santa Maria, RS, Brasil

2012

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Fiabane do Rego, Alexander
IDENTIFICAÇÃO CONTEXTUALIZADA DE OBJETOS E PESSOAS NA
ARQUITETURA CLINICSPACE / Alexander Fiabane do Rego.-
2012.
69 p. ; 30cm

Orientadora: Iara Augustin
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Informática, RS, 2012

1. Sistemas de Informação em Saúde 2. Contexto 3.
Identificação 4. Adaptação da Informação 5. ClinicSpace I.
Augustin, Iara II. Título.

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Informática**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**IDENTIFICAÇÃO CONTEXTUALIZADA DE OBJETOS E PESSOAS
NA ARQUITETURA CLINICSPACE**

elaborada por
Alexander Fiabane do Rego

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência da Computação

COMISSÃO EXAMINADORA:

Iara Augustin, Dra.
(Presidente/Orientadora)

Adenauer Correa Yamin, Dr. (UCPEL)

Andrea Schwertner Charão, Dra. (UFSM)

Santa Maria, 03 de dezembro de 2012.

AGRADECIMENTOS

É com imensa satisfação que, após o término deste trabalho, chega o momento de agradecer e reconhecer o esforço daqueles que, no anonimato ou não, contribuíram para que este momento se concretizasse.

Agradeço a Deus, nosso Pai, pelo amor, pela misericórdia, pela oportunidade bendita que me concedeu e pelos obstáculos e alegrias que até hoje passei e que certamente ainda irei passar.

A Jesus, Mestre por excelência, pelo exemplo de conduta, pelo amparo e por iluminar a minha caminhada sempre.

Agradeço aos amigos queridos que, de uma forma ou de outra, sempre me auxiliaram, apoiando os meus projetos e me incentivando a crescer sempre.

A minha família que, independente das dificuldades, mesmo quando foi exigido sacrifício e renúncia, sempre esteve ali, como porto seguro e seguem, com amor, ensinando-me a ser um homem digno e de bem.

A minha namorada que, pacientemente, suportou o meu estresse e, com carinho e compreensão, deu-me forças para concluir mais essa etapa.

A todos os professores que fizeram parte da minha jornada, pois cada um doou tempo e atenção para que hoje eu pudesse estar conquistando esse sonho.

E em especial a professora Iara. Muito obrigado professora, por orientar-me nesse trabalho, por perseverar e se preocupar com cada aluno que passa pelas tuas mãos, por proporcionar essa alegria a todos eles e pela dedicação a essa profissão, fazendo jus, de maneira ímpar, a grandeza, ainda pouco reconhecida, que é ser professor.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Informática
Universidade Federal de Santa Maria

IDENTIFICAÇÃO CONTEXTUALIZADA DE OBJETOS E PESSOAS NA ARQUITETURA CLINICSPACE

Autor: Alexander Fiabane do Rego

Orientadora: Iara Augustin

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 03 de dezembro de 2012

Os sistemas de saúde do futuro apontam para o uso da computação pervasiva, a qual visa auxiliar o usuário em suas atividades cotidianas. Nesse sentido, busca-se deixar os sistemas mais orientados ao usuário-final, diminuindo a distância entre a forma como o usuário realiza suas atividades e a modelagem destas nos Sistemas de Informação em Saúde, disponibilizando ao médico serviços que atendam a requisitos como pró-atividade e o contexto em que as atividades são executadas. Para atender tais requisitos, o projeto ClinicSpace (que visa auxiliar o médico em suas atividades clínicas) prototipa uma arquitetura de software que é desenvolvida sob o ponto de vista do usuário (médico), orientada às atividades clínicas, consciente do contexto, baseada em tecnologias móveis e pervasivas, utilizando técnicas da programação do usuário-final. Identificar os elementos que atuam/participam do contexto das atividades clínicas de forma automatizada e adaptar as informações advindas do processo de identificação são objetivos dessa dissertação. Assim, foi criado um modelo de identificação contextualizada que orientou o desenvolvimento de uma arquitetura, originando o serviço de identificação no ClinicSpace. Através de uma estrutura XML e a utilização de *tags QR Codes* foi possível identificar e distinguir os elementos conhecidos e os não conhecidos pela arquitetura ClinicSpace e, com o módulo de adaptação da informação, contextualizar essas informações. Testes de impacto foram realizados, a fim de validar a solução e permitir o seu refinamento e melhoramento para uso no ClinicSpace.

Palavras-chave: Sistemas de Informação em Saúde, ClinicSpace, Contexto, Identificação, Adaptação de Informação.

ABSTRACT

Master's Dissertation
Post-Graduate Program in Informatics
Federal University of Santa Maria

Contextualized Identification of Objects and Persons in Architecture ClinicSpace

Author: Alexander Fiabane do Rego

Advisor: Iara Augustin

Santa Maria, December 10, 2010

The health systems of the future point to the use of pervasive computing, which aims to help users in their daily activities. Accordingly, we seek to make the systems more oriented to end-user, reducing the distance between how the user performs activities and modeling these in information to a Health's system, providing to the doctor services that meet the requirements as proactivity and the context which his activities are performed. To meet these requirements, the project ClinicSpace (which aims to assist clinicians in their clinical activities) prototyped a software architecture that is developed from the point of view of the user (doctor), oriented to clinical activities, context-aware, based on mobile and pervasive technologies, using techniques of end-user's programming. Identify the elements that act / participate in the context of clinical activities in an automated way and adapt the information from the identification process are goals of this dissertation. Thus was created a model of contextualized identification that guided the development of an architecture, resulting in the identification service to ClinicSpace. Through an XML structure and the use of tags QRcodes was possible to identify and distinguish the elements known and not known for the architecture ClinicSpace and, with the adaptation module, contextualize this information. Impact tests were performed to validate the solution and allow to improvement and refinement it to use in ClinicSpace.

Key-words: Electronic HealthCare Systems; ClinicSpace; Context; Identification; Adaptation Information

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Biometria Facial (PENTEADO; MARANA, 2009).	16
Figura 2: Iris sendo escaneada (ELSHERIEF; ALLAM; FAKHR, 2006).	17
Figura 3: Tipos de Impressão Digital (CAPPELLI et al, 2003).	18
Figura 4: Palma da Mão (HARIPRASATH; PRABAKAR, 2012).	19
Figura 5: a) Imagem Frontal da Mão; b) Imagem Lateral da Mão (ZUNKEL, 2002).	20
Figura 6: a) <i>QRCode</i> e b) <i>Data Matrix</i> ambos com o endereço eletrônico do GLOB codificado.	23
Figura 7: <i>Tag</i> RFID (SAKAMURA; KOSHIZUKA, 2005).	24
Figura 8: Arquitetura ClinicSpace (FERREIRA, 2009a).	27
Figura 9: Componentes Atuais do ClinicSpace.	28
Figura 10: Interface de Edição de Tarefas (SILVA, 2009b).	29
Figura 11: Interface de Edição de Tarefas e Contexto (MACHADO, 2010).	30
Figura 12: Modelagem do contexto clínico (MACHADO, 2010)	37
Figura 13: Contexto Clínico Atual na Arquitetura ClinicSpace (MARAN, 2011).	38
Figura 14: Modelo de Identificação Contextualizado.	41
Figura 15: Arquitetura do Modelo de Identificação Contextualizada.	42
Figura 16: Estrutura XML de identificação de um elemento de contexto de uma arquitetura.	42
Figura 17: Cenário de uso.	44
Figura 18: Estruturas modificadas na arquitetura ClinicSpace.	45
Figura 19: Estrutura XML de identificação de um paciente na arquitetura ClinicSpace.	46
Figura 20: Diagrama de classe do Serviço de Identificação Contextualizada (SID).	47
Figura 21: Diagrama de sequência do teste de identificação.	50
Figura 22: Gráfico do tempo médio de identificação: <i>QRCode</i> x Digitação.	51
Figura 23: Diagrama de sequência do teste de adaptação da informação.	52
Figura 24: Gráfico do tempo médio de busca e exibição da informação: com adaptação x sem adaptação.	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparativo entre Projetos Relacionados.....	56
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RFID	<i>Radio-Frequency IDentification</i>
CCD	<i>Charge-Coupled Device</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
NFC	<i>Near Field Communication</i>
TI	Tecnologia da Informação
AIM	<i>Association for Automatic Identification and Mobility</i>
ID	<i>IDentification</i>
EHS	<i>Electronic HealthCare System</i>
EXEHDA	<i>Execution Environment for Highly Distributed Applications</i>
BDA	Base de Dados da Aplicação
AVU	Ambiente Virtual do Usuário
IETC	Interface de Edição de Tarefas e Contexto
pEHS	Pervasive Electronic HealthCare Systems
SAT	Serviço de Acesso a Tarefas
SATA	Serviço de Acesso a Tarefas Ativas
SCT	Serviço de Contexto de Tarefas
SGDT	Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas
SGT	Serviço de Gerenciamento de Tarefas
SIT	Serviço de Inferência de Tarefas
SC	Serviço de Colaboração
SID	Serviço de IDentificação
SPC	Serviço de Persistência de Contexto

SUMÁRIO

1	Introdução.....	11
1.1	Motivação	12
1.2	Objetivo.....	13
1.3	Estrutura do texto	14
2	Sistemas de Identificação de Pessoas e Objetos	15
2.1	Sistemas Biométricos	15
2.1.1	Características Fisiológicas	16
2.1.1.1	Reconhecimento Facial.....	16
2.1.1.2	Reconhecimento de Íris	17
2.1.1.3	Impressão Digital	18
2.1.1.4	Impressão da Palma da Mão	18
2.1.1.5	Geometria da Mão	19
2.1.2	Características Comportamentais	20
2.1.2.1	Reconhecimento de Voz	20
2.1.2.2	Reconhecimento de Assinatura.....	21
2.2	Sistemas com Etiquetas (<i>Tags</i>).....	22
2.2.1	Código de Barras Bidimensional.....	22
2.2.2	RFID	24
3	Arquitetura ClinicSpace e Contexto	25
3.1	Arquitetura ClinicSpace.....	26
3.1.1	Interface de Edição de Tarefas e Contexto (IETC)	28
3.1.2	Serviço de Gerenciamento de Tarefas (SGT).....	30
3.1.3	Serviço de Acesso as Tarefas (SAT)	31
3.1.4	Serviço de Acesso a Tarefas Ativas (SATA)	31
3.1.5	Serviço de Contexto para Tarefas (SCT).....	31
3.1.6	Serviço de Inferência de Tarefas (SIT).....	32
3.1.7	Serviço de Colaboração (SC)	32
3.1.8	Serviço de Persistência de Contexto e Arquitetura SemantiCouch.....	32
3.1.9	Serviço de Contexto Afetivo (SCA).....	33
3.1.10	Sistema Eletrônico de Saúde Pervasivo (pEHS)	33
3.1.11	<i>Middleware</i> de Gerenciamento para Ambientes Pervasivos – EXEHDA.....	34
3.2	O Contexto na Arquitetura ClinicSpace.....	35
4	Serviço de Identificação Contextualizada na Arquitetura ClinicSpace	40
4.1	Arquitetura Genérica do Serviço de Identificação Contextualizada	41
4.2	Detalhes de Implementação	43
4.2.1	Cenário de Uso	43
4.2.2	Alterações na Arquitetura ClinicSpace	45

5	Avaliação e Testes	49
5.1	Testes.....	49
5.1.1	Teste de Identificação	49
5.1.2	Teste de Adaptação da Informação	51
5.2	Comparação com os Trabalhos Relacionados.....	53
5.2.1	Projeto Aura.....	53
5.2.2	Projeto ABC	54
5.2.3	PerZoovasive	55
6	Conclusão.....	57
6.1	Contribuições	58
6.2	Trabalhos Futuros	58
6.3	Publicações	59
	Referências	60

1 INTRODUÇÃO

Muitas atividades realizadas pelas pessoas sofrem alterações ao longo de suas execuções (fatores externos, deslocamento do usuário, etc.). Dessa forma, as atividades necessitam se adaptar ao contexto em que se encontram e/ou que são executadas.

Com o crescimento do uso de dispositivos móveis pelas pessoas, aumento da capacidade computacional (processamento, memória, câmera, etc.) desses dispositivos e a disseminação das redes sem fio, a construção de sistemas, que tenham como base conceitos propostos pela Computação Ubíqua (WEISER, 1991), vai se tornando possível. O mundo que Weiser (1991) visualizou descreve um cenário em que os objetos com os quais se interage estariam com, ou também seriam, sensores captando/recebendo informações e outros emitindo/enviando informações do meio para o usuário. Nessa visão, a computação estaria imersa no meio físico (WEISER, 1991), impondo pouca ou nenhuma restrição quanto a sua utilização. Ainda segundo essa proposta, a computação deve ser (a) invisível e transparente, através de métodos intuitivos, não constrangendo o usuário a efetuar passos complicados, mantendo a atenção na tarefa e não na utilização do ambiente computacional; e (b) o ambiente deve ser pró-ativo, identificando quem (usuário) faz parte daquele cenário e propondo recursos e serviços, conforme o seu perfil de execução das tarefas.

Tendo em vista a direção na qual a tecnologia avança, é possível prever que, no futuro, o ser humano contará com o auxílio de uma computação onipresente, imperceptível. Dispositivos variados estarão em todos os lugares, facultando a interação do meio físico e o virtual. Essa proposta vai de encontro à da Realidade Virtual, a qual visa a projeção/representação do mundo físico no mundo virtual e a interação somente no virtual. Além disso, a Computação Ubíqua tem como objetivo auxiliar as pessoas em suas tarefas diárias, através de uma computação adaptada ao contexto em que elas atuam.

Atualmente, é preciso despender esforços na construção de modelos de software, tendo em vista que as tecnologias atuais não atendem aos requisitos para o desenvolvimento integral desses espaços pervasivos (AUGUSTIN; LIMA; YAMIN, 2006). Muitos sistemas e protótipos são desenvolvidos por pesquisadores, em virtude do crescimento e do avanço de infraestruturas de redes de sensores sem fio, com o fim de demonstrar este novo paradigma e como ele pode beneficiar certas áreas de aplicações, como saúde e emergências (smart

hospital, homecare), casa virtual (smart home), educação (pervasive learning), entretenimento e segurança de residências (home security) (AUGUSTIN; LIMA; YAMIN, 2006).

1.1 Motivação

O Grupo de Sistemas de Computação Móvel (GMob¹) está desenvolvendo o projeto ClinicSpace que visa construir um protótipo de uma ferramenta de programação orientada ao usuário-final (médico) para gerenciamento das suas atividades.

Os ambientes clínicos são ambientes pervasivos e dinâmicos, onde o contexto em que acontece as tarefas médicas torna-se fator importante nas decisões tomadas por sistemas que visam auxiliar aos profissionais em suas atividades. Com isso, identificar objetos e/ou elementos que participam de cenário de execução (contexto) torna-se um problema de pesquisa importante, gerando descoberta/melhoria ou novas formas de utilizar as tecnologias de identificação.

Uma forma de identificar objetos é com o uso de *Tags*, que podem prover um canal atrativo e transparente, permitindo um acesso a serviços e informações contextualizadas de produtos ou objetos (GAO; PRAKASH; JAGATESAN, 2007).

Uma das *tags* visuais é o código de barras bidimensional (2D *barcode*), evolução do conhecido código de barras 1D². Os códigos bidimensionais são amplamente utilizados, no Japão, em aplicações particulares, propagandas, revistas e anúncios na TV. Outra vantagem dos códigos de barras 2D é a sua rápida codificação/decodificação, podendo ser realizada por uma aplicação móvel através da câmera do dispositivo.

As *tags Radio-Frequency IDentification* (RFID), são muito utilizadas e exigem *hardware* específico para codificação/decodificação, contudo o acesso às informações contidas nessas *tags* é automático não necessitando de uma interação direta do usuário a não ser estar dentro do campo de ação da *tag*.

Porém, essas *tags* são estáticas (não levam em consideração o contexto) e carecem de um sistema auxiliar que lhes confira um comportamento dinâmico.

1 <http://www-gmob.inf.ufsm.br/>

2 <http://www.gs1us.org/resources/standards/ean-upc>

Para se tornarem úteis ao ambiente ubíquo, as *tags* devem ser contextualizadas. Esse será o segundo objetivo desse trabalho. O primeiro é permitir a inserção de objetos físicos na arquitetura ClinicSpace, fornecendo informações sobre o estado dos elementos de contexto.

Assim, nesse trabalho, propõe-se como solução para a identificação dos elementos na arquitetura ClinicSpace um modelo de identificação contextualizada de objetos e pessoas, com uma abordagem dinâmica, retornando informações segundo o contexto em que elas são requisitas.

1.2 Objetivo

A identificação dos elementos participantes de um cenário de execução de uma tarefa é uma dos requisitos abordados pelos sistemas de Computação Ubíqua. Dessa maneira, no intuito de atender a essa prerrogativa, existem arquiteturas/sistemas que viabilizam a criação de ambientes pervasivos, identificando esses elementos e acessando serviços de forma pró-ativa. A arquitetura ClinicSpace, que oferece um gerenciamento pervasivo de ambientes clínicos, é um desses sistemas (FERREIRA, 2009a).

Com o objetivo geral de definir uma forma de identificação de objetos e pessoas, elaborou-se uma solução para identificar os elementos que fazem parte das atividades rotineiras de seus usuários finais (médicos). A proposta desse trabalho baseia-se no contexto de execução das atividades clínicas, aliando conceitos da Computação Móvel e Pervasiva. Assim, os médicos podem acessar as informações dos elementos envolvidos em sua atividade, associá-las à outras atividades e receber essas informações adaptadas ao contexto em que foi realizada a identificação.

Para atingir o objetivo, seguiu-se os passos: (1) análise da modelagem dos serviços atuais da arquitetura ClinicSpace, bem como o modo de interação entre eles; (2) análise das tecnologias de identificação e tendências nessa área; (3) projeto de um modelo e uma arquitetura de identificação contextualizada, levando em considerações as tecnologias de identificação atuais e mais utilizadas; (4) projeto e implementação do serviço de identificação no ClinicSpace; (5) validação da solução e análise dos resultados.

1.3 Estrutura do texto

Essa dissertação está estruturada em capítulos. No capítulo 2 apresentam-se os sistemas de identificação mais utilizados. No capítulo 3 apresenta-se a arquitetura ClinicSpace, explana-se sobre os seus serviços e sobre o contexto nessa arquitetura. No capítulo 4 descreve-se o modelo de identificação contextualizada, sua arquitetura e fluxo da identificação, detalhes de implementação através de um cenário de uso e descrevem-se as alterações necessárias na arquitetura ClinicSpace para a implantação do serviço de identificação. No capítulo 5 apresenta-se a análise dos testes realizados e um comparativo com trabalhos relacionados à proposta desse trabalho. Por fim, no capítulo 6 descrevem-se as conclusões e as contribuições desse trabalho, juntamente com algumas sugestões de trabalhos futuros.

2 SISTEMAS DE IDENTIFICAÇÃO DE PESSOAS E OBJETOS

Identificar objetos e pessoas é uma atividade realizada nos mais variados ambientes como hospitais, empresas, bancos, etc. Os seres humanos efetuam esse processo de identificação de maneira eficaz e sob as mais diversas circunstâncias, porém os computadores a fazem de forma precária ainda (JUELS, 2006).

Ambientes como hospitais são espaços dinâmicos, no qual muitas atividades são realizadas paralelamente e algumas dependentes umas das outras. A identificação dos elementos (objetos e pessoas) participantes/atuantes dessas atividades, também, constitui uma tarefa a ser realizada nesses espaços.

O processo de identificação nesses ambientes pode ser gerenciado por sistemas pervasivos, o que leva a modelagem de um processo de identificação que atenda as necessidades desses ambientes e aos requisitos do sistema pervasivo que gerencia esses espaços.

Os sistemas de identificação, pervasivos ou não, atuais não possuem um modelo de identificação bem definido. O processo de identificação, em geral, está fortemente atrelado a tecnologia utilizada e, muitas vezes, essa tarefa é limitada a somente trazer informações sobre o elemento identificado.

Nos itens a seguir, serão descritos os sistemas mais utilizados para identificação.

2.1 Sistemas Biométricos

Biometria é o uso automatizado de características fisiológicas e ou comportamentais dos seres humanos para determinar ou verificar a identidade de uma pessoa (ZHANG, 2002). Dentre essas características temos as fisiológicas: reconhecimento de face, íris, impressão digital, da palma da mão e análise da geometria da mão; e as comportamentais: assinatura e voz.

2.1.1 Características Fisiológicas

Uma característica fisiológica deve ser relativamente estável, tal como a impressão digital ou alguma característica facial. Assim são basicamente imutáveis ou variam pouco no decorrer do tempo. Em seguida será descrito os sistemas referentes a esse grupo.

2.1.1.1 Reconhecimento Facial

A face de uma pessoa é considerada como a modalidade biométrica mais imediata e transparente para aplicações de autenticação física. Com o posicionamento adequado da câmera pode-se reduzir os problemas com usuários que não olham apropriadamente para a câmera, uma postura colaborativa por parte do usuário não é, em alguns casos, uma questão crucial (ORTEGA-GARCIA et al., 2004). No entanto, em outras situações não controladas, como ao tentar detectar um rosto especial na multidão, o cooperativismo é uma questão importante. Isso faz com que o reconhecimento facial seja uma opção biométrica altamente desejável.

A Figura 1 ilustra a tela de análise da face de um usuário, nela é possível identificar alguns dos parâmetros de análise como a distância entre os olhos, medidas do nariz, lábios e bochechas.

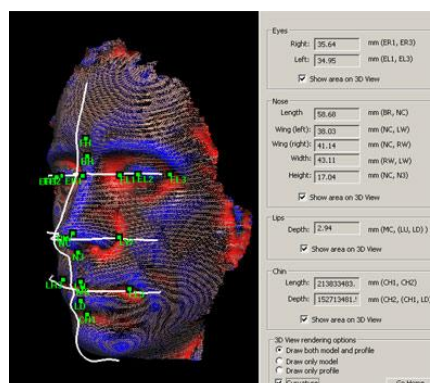


Figura 1: Biometria Facial (PENTEADO; MARANA, 2009).

O reconhecimento facial pode ser usado para proteger informações privadas, porém também pode ser facilmente utilizada para invadir a privacidade de outro usuário. Para isso, basta ter uma imagem do usuário, na qual este não esteja ciente da câmera. Assim, o incrível potencial do reconhecimento da face vem com inconvenientes (BONSOR, 2006).

2.1.1.2 Reconhecimento de Íris

A verificação da íris baseia-se na estabilidade do padrão trabecular (VACCA, 2007). Este padrão trabecular é formado por um tecido elástico conjuntivo chamado malha trabecular, o que dá à íris a sua aparência de divisões radiais. Ele consiste de ligamentos aderentes em uma malha entrelaçada revelando estriações, processos ciliares, criptas, anéis, sulcos, sardas, vasculatura, e uma coroa. A íris é protegida pela córnea e pelo humor aquoso, de modo que o padrão da íris, praticamente, não é afetado pelo ambiente, exceto pelo reflexo da pupila à luz.

O padrão de identificação baseado na íris é uma das poucas metodologias que provaram funcionar bem no sentido de identificação de usuário (VACCA, 2007). No entanto, uma questão não trivial é garantir a vivacidade dos sinais e obtenção das imagens de alta qualidade que são necessários para representar os padrões da íris. Ao contrário da tecnologia de escaneamento da face, varreduras de íris, como mostra a Figura 2, requerem dispositivos especializados incluindo, em alguns casos, iluminação infravermelha que pode ser vista como um processo invasivo por parte dos usuários que seriam obrigados a ser muito colaborativos. (ORTEGA-GARCIA et al., 2004).

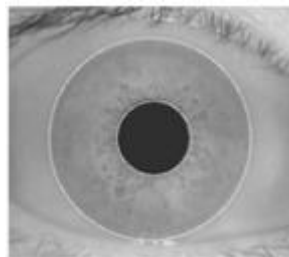


Figura 2: Iris sendo escaneada (ELSHERIEF; ALLAM; FAKHR, 2006).

2.1.1.3 Impressão Digital

A identificação por impressão digital, conforme ilustra a Figura 3, é uma das soluções biométricas mais antigas e difundidas. Baseia-se na estrutura das cristas da epiderme de cada ponta do dedo e da sua peculiar distribuição de pontos, que mantem-se preservada e inalterável por quase toda vida de uma pessoa. Atualmente, as impressões digitais, em sua maioria, são feitas por escaneamento eletrônico, através de tecnologias diferentes (óptica, capacitivas, ultrassons, etc.) (ORTEGA-GARCIA et al., 2004).

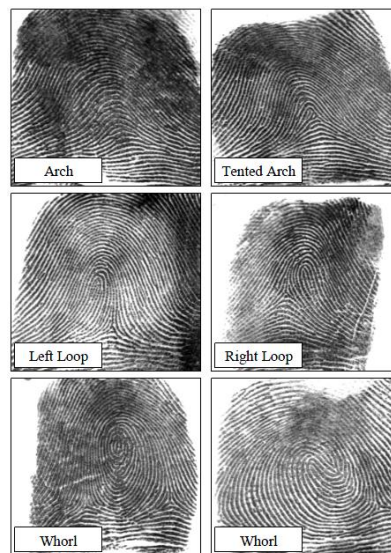


Figura 3: Tipos de Impressão Digital (CAPPELLI et al, 2003).

A impressão digital não pode ser forjada, já que cada pessoa possui um padrão único de pele. No entanto, os meios de captura da impressão digital não são infalíveis. Os dispositivos que exigem contato, com o tempo, reduzem a qualidade da imagem, resultando em erros (ENGLISH et al., 2006).

2.1.1.4 Impressão da Palma da Mão

As impressões da palma da mão são estáveis e apresentam alta precisão em representar a identidade de cada indivíduo (ZHANG, 2002). A superfície interior da palma da mão,

normalmente contém três vincos de flexão, vincos secundários e sulcos, como mostra a Figura 4. Os vincos de flexão também são chamados linhas principais e os vincos secundários são chamados rugas (KONG; ZHANG; KAMEL, 2009). A impressão da palma da mão é similar à impressão digital (KUMAR et al., 2003), mas uma vez que a superfície da mão é maior do que a impressão digital, uma quantidade maior de características de identificação podem ser extraídas a partir da palma da mão. Além disso, os usuários consideram a biometria da palma da mão como sendo amigável, fácil de usar e conveniente (ORTEGA-GARCIA et al., 2004).



Figura 4: Palma da Mão (HARIPRASATH; PRABAKAR, 2012).

2.1.1.5 Geometria da Mão

Cada mão da pessoa é única. O comprimento do dedo, largura, espessura, curvaturas e localização relativa destas características distinguem uma pessoa de outra. O scanner de geometria da mão usa uma câmera de carga acoplada (*Charge Coupled Device* - CCD), luz infravermelha (LEDs), com espelhos e refletores para capturar imagens em preto e branco da silhueta da mão em um campo de 32000 pixels. O scanner não registra detalhes de superfície, ignorando as impressões digitais, linhas, cicatrizes e cor.

O scanner de mão lê a forma da mão, registrando a silhueta da mão (conforme ilustra a Figura 5a), em combinação com um espelho lateral e refletor, produzindo duas imagens distintas, uma a partir da parte superior e outra do lado. Este método é conhecido como digitalização ortográfica (ZUNKEL, 2002).

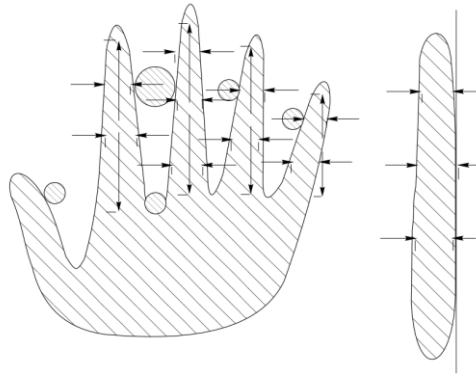


Figura 5: a) Imagem Frontal da Mão; b) Imagem Lateral da Mão (ZUNKEL, 2002).

Esse tipo de biometria encontra resistência por parte dos usuários, ainda mais quando comparada com outras formas de autenticação biométrica, pois requer um bom nível de colaboração do usuário já que a mão deve ser mantida fixa durante a digitalização (ORTEGA-GARCIA et al, 2004).

2.1.2 Características Comportamentais

Em contrapartida, uma característica comportamental reflete o estado psicológico de uma pessoa (isto é, pode ser afetada por problemas como estresse, fadiga, gripe, etc.). Entretanto, ela possui alguns elementos psicológicos que podem ser usados na identificação de certa característica. Por exemplo, o método de identificação baseado em comportamento mais comum é a assinatura de uma pessoa, usada pela sociedade há décadas. Sendo assim, tem-se a seguir os métodos de reconhecimento por comportamento.

2.1.2.1 Reconhecimento de Voz

O sinal de voz transmite vários níveis de informação para o ouvinte. No nível primário, a voz transmite uma mensagem através de palavras, mas em outros níveis a voz transmite informações sobre a língua falada, a emoção, o gênero da fonte (masculino ou feminino) e, geralmente, a identidade do usuário. Embora o reconhecimento de voz vise reconhecer as palavras pronunciadas na fala, o objetivo dos sistemas de reconhecimento

automático de voz é extrair, caracterizar e reconhecer a informação no sinal de voz do usuário (ORTEGA-GARCIA et al, 2004).

Uma das principais características da biometria de voz, que a diferencia dos demais tipos de procedimentos biométricos, é que ela é não invasiva e que pode ser realizada remotamente por telefone ou via Internet (KOUNOUEDES; KEKATOS; MAVROMOUSTAKOS, 2006).

Porém, como em outras abordagens biométricas (reconhecimento de face), a voz pode ser gravada gerando um inconveniente na questão de segurança (KLOSTERMAN; GANGER, 2000).

2.1.2.2 Reconhecimento de Assinatura

A verificação de assinatura é natural e intuitiva. A tecnologia é de fácil entendimento e confiável. A principal vantagem desse tipo de biometria em relação aos demais é que a assinatura já uma forma amplamente aceita como autenticação/identificação (VACCA, 2007).

O reconhecimento de assinatura possui duas abordagens: dinâmica e estática. Através da verificação dinâmica de assinatura, pode-se digitalizar instantaneamente as informações das trajetórias, a pressão da caneta do papel, velocidade e o número de movimentos de retirada da caneta do papel; já pela verificação estática, a comparação de imagens (a armazenada em banco de dados com a extraída/digitalizada) é suficiente (ORTEGA-GARCIA et al, 2004).

Atualmente, boa parte dos dispositivos móveis como *PDA*s, *tablets* e *smartphones* possui a funcionalidade de escrita manual, justamente pelo fato da escrita manual ser considerada natural para os usuários. Mas, com isso, o custo de implantação desse tipo de autenticação acaba sendo elevado, pois nem todos os usuários têm condições de adquirir um dispositivo móvel (VACCA, 2007).

2.2 Sistemas com Etiquetas (*Tags*)

Atualmente as tecnologias de *Radio-Frequency IDentification* (RFID³) e *Near Field Communication* (NFC⁴) são consideradas como última geração no campo da identificação de objetos. Apesar de serem tecnologias mais recentes, entraves como o custo na aquisição desses sensores para captura de informações, bem como hardware para a edição e tratamento de suas informações ainda são bastante elevados, principalmente quando comparados com os custos de outras tecnologias de identificação. Por isso, códigos de barras tornam-se uma opção interessante em função de uma tecnologia de fácil acesso, simples e de baixo custo.

2.2.1 Código de Barras Bidimensional

Há mais de 20 anos, tipos de *2D barcodes* (KIM; MUN, 2006) (*matrix codes*) são utilizados para identificar objetos (REKIMOTO; AYATSUKA, 2000) e mapeá-los à uma referência digital.

O uso dessa tecnologia iniciou-se na indústria e hoje podemos encontrá-la em aplicações públicas como propagandas, links de comerciais para revistas e em outras diversas situações (ALAPETITE, 2009).

Há uma variedade de *2D barcodes* (KATO; KENG, 2007), cada um com padrões de design específicos para facilitar o reconhecimento através de uma câmera. Muitos deles são proprietários como Semacode⁵, Colorcode⁶, Cybercode (REKIMOTO; AYATSUKA, 2000), ShotCode (KATO; KENG, 2007), VeriCode⁷, etc. Sob AIM (*Association for Automatic Identification and Mobility*) tem-se o PDF417⁸ e o MaxiCode⁹. Outros padrões de códigos de

3 RFID é um método de identificação automática, com base em armazenar e recuperar dados remotamente através de dispositivos chamados *tags* RFID ou transponders (ROUILLARD, 2008).

4 NFC é um novo padrão para telefones celulares que permite o dispositivo agir tanto como leitor de RFID e ser lido por outros leitores de RFID (ROUILLARD, 2008).

5 <http://semacode.com/>

6 <http://www.colorcode.com.sg>

7 <http://www.veritecinc.com/vericode.html>

8 <http://www.idautomation.com/pdf417faq.html>

9 <http://www.idautomation.com/maxicodefaq.html>

barras 2D, bastante conhecidos, são os “*Quick Response*” - *QRCode* (ISO/IEC 18004:2006) e o *Data Matrix* (ISO/IEC 16022:2006), ambos são livres de licença para utilização.

A Figura 6 mostra um exemplo do *QRCode* (Figura 6a) e *Data Matrix* (Figura 6b). Existem diversos *websites* (<http://qrcode.kaywa.com/> e <http://datamatrix.kaywa.com/>) que oferecem um serviço para geração desses códigos bidimensionais e um deles é a *Google*. A *Google* disponibiliza uma biblioteca Java chamada *ZXing*¹⁰ que permitir a codificação e decodificação de códigos 1D e 2D, tais como UPC-A e UPC-E, EAN-8 e EAN-13, *QRCode*, *Data Matrix*, PDF 417, entre outros.

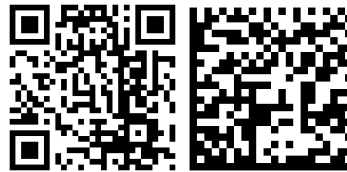


Figura 6: a) *QRCode* e b) *Data Matrix* ambos com o endereço eletrônico do GMOB codificado.

Um *QRCode* é uma matriz de código desenvolvida e lançada principalmente para ser um símbolo que é facilmente interpretado por equipamentos de escaner. Ele contém informação em ambas as direções, vertical e horizontal, enquanto que um código de barras 1D tem apenas em uma direção. Comparado a um código de barras 1D, um *QRCode* pode conter um volume consideravelmente maior de informações: 7089 caracteres para numérico único, 4296 caracteres para dados alfanuméricos, 2.953 bytes de binário (8 bits) e 1.817 caracteres do japonês (*Kanji*). O *QRCode* também tem capacidade de correção de erros, seus dados podem ser recuperados, mesmo quando partes substanciais do código são distorcidos ou danificados (ROUILLARD, 2008).

O processo para reconhecimento do *QRCode* possui cinco passos: (1) detecção de borda; (2) detecção de forma; (3) identificação da barra de controle do código de barras; (4) identificação da orientação do código de barras e (5) o cálculo do valor do código de barras (REILLY; SMOLYN; CHEN, 2007).

Assim, para decodificar qualquer código de barras, basta um dispositivo móvel com câmera (ou leitor) e o software compatível com o tipo de código de barras em questão para acessar a informação.

¹⁰ <http://code.google.com/p/zxing/>

2.2.2 RFID

A característica básica de um sistema RFID é a automática identificação de itens (LANGHEINRICH, 2007). Sob uma ótica mais simples, o processo de identificação é binário, ou o objeto pertence ou não pertence a um determinado grupo/sistema.

Tags RFID (Figura 7) modernas permitem que centenas de bits possam ser utilizados para armazenar um *ID* qualquer e organizações de normatização, como a EPCglobal¹¹, têm definido formatos que permitem a automática resolução destes *IDs* em informações sobre produtos (LANGHEINRICH, 2009).

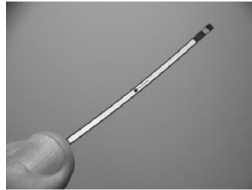


Figura 7: *Tag* RFID (SAKAMURA; KOSHIZUKA, 2005).

Com leitores espalhados em um ambiente pode-se oferecer recursos de monitoramento, acompanhando os movimentos de um item, como por exemplo, as mercadorias em um processo de fabricação de forma automatizada. Porém, comparado ao custo do código de barras, o custo do RFID é mais elevado e devido ao nível de automatização da identificação, esse tipo de *tag*, pode prejudicar o equilíbrio entre pró-atividade (agir em nome do usuário) e personalização (usuário executa a ação).

Na arquitetura ClinicSpace, um dos pontos observados no desenvolvimento de novos serviços é o equilíbrio entre pró-atividade e personalização. Tendo em vista esse ponto, optou-se pelo código de barras bidimensional para o desenvolvimento do Serviço de Identificação Contextualizada e, também, pela sua fácil criação/edição e pelo seu baixo custo. Em relação aos tipos de códigos de barras bidimensionais, mesmo com estudos comparativos entre *Data Matrix* e o *QRCode* (CEA, 2001) mostrando alguma superioridade do *Data Matrix*, optou-se pelo *QRCode* pela sua abrangência de símbolos (*Kanjis*) e pela sua popularidade internacional e adoção generalizada, especialmente no Japão (KIESEBERG et al., 2010).

¹¹ <http://www.gs1.org/epcglobal>

3 ARQUITETURA CLINICSPACE E CONTEXTO

Os sistemas de saúde (Sistemas Eletrônicos de Saúde - EHS) de hoje são projetados e desenvolvidos sob a ótica da administração hospitalar, tendo como meta o gerenciamento administrativo do hospital. Estudos apontam que há, por parte da equipe médica, uma rejeição a esses sistemas (EHS), em função dessa forte característica administrativa (BARDRAM, 2005). Devido ao posicionamento desses profissionais (médicos), os EHS acabam prejudicando muitas das atividades realizadas pela equipe médica, como por exemplo, a carência de informações dos históricos de consultas dos pacientes, gerando um problema na prescrição dos diagnósticos, justamente por falta dessas informações.

Para que essa rejeição diminua, acredita-se que os EHS devem ter como requisito a centralização, da sua visão, no usuário final (médico). As características do ambiente em que esses usuários atuam são um desafio na construção de um sistema que os atenda.

No ambiente clínico, algumas das características encontradas são a mobilidade e o trabalho colaborativo. As atividades realizadas pelo médico podem ser interrompidas para atender outras, como uma emergência, e serem retomadas quando terminam essas últimas; também podem ser transferidas para outro profissional, a fim de que este a termine (BARDRAM; CHRISTENSEN, 2007).

O deslocamento dos profissionais dentro da instituição deve ser previsto pelos sistemas; sendo assim, estes devem garantir acesso a informações em qualquer ponto do hospital. Assim, uma semântica “siga-me” (AUGUSTIN; YAMIN; GEYER, 2005) deve ser implementada pelo EHS, fazendo com que o sistema se desloque junto com o médico (migração), adaptando-se ao novo cenário em que ele se encontra (contexto) e provendo informações históricas dos pacientes que encontrar-se-ão em uma base de dados pervasiva: *always on, anytime, anywhere, anydevice, anynetwork*.

Com isso, é possível gerenciar as características dos ambientes clínicos através de sistemas ubíquos (BARDRAM, 2003). Com base nesses apontamentos, o projeto ClinicSpace objetiva prover uma infraestrutura computacional que auxilie o médico em suas atividades diárias, facultando a personalização de cada atividade que ele execute. Dessa maneira, tornam-se desnecessários os modelos de execução de atividades gerados por analistas, os

quais podem modificar o fluxo de trabalho dos usuários finais (médicos), devido a má ou incompleta definição dos requisitos.

Na intenção de atender às características do ambiente clínico, o ClinicSpace procura realizar rotinas pró-ativas, como a entrada de dados via captura de contexto, retirando do usuário essa tarefa que tem alto grau de rejeição por parte do mesmo.

Assim, o projeto ClinicSpace busca utilizar conceitos da Computação Ubíqua, minimizando a rejeição enfrentada pelos atuais sistemas EHS, através do equilíbrio entre a pró-atividade e a personalização das atividades executadas pelos clínicos.

3.1 Arquitetura ClinicSpace

Utilizando conceitos e integrando tecnologias da *Mobile, Pervasive and Ubiquitous Computing, End-User Programming e Context-Aware Computing*, a fim de viabilizar computacionalmente o cenário e os requisitos descritos, está-se desenvolvendo uma arquitetura chamada ClinicSpace no grupo de pesquisa em Sistemas de Computação Móvel da UFSM. A arquitetura é estruturada em camadas que se inicia na visão do usuário-final (médico/clínico) e termina na camada de execução e gerenciamento do ambiente pervasivo pelo *middleware* EXEHDA (YAMIN et al, 2005), o qual é integrado à arquitetura.

A arquitetura para desenvolvimento e gerenciamento das tarefas, segundo o perfil de cada usuário é mostrada na Figura 8. A organização dessa arquitetura é feita em níveis que definem as visões do sistema: (a) nível superior, é composto pelo usuário-final (médico) que interage com a ferramenta para definir (e ou redefinir) suas tarefas que executarão em um ambiente pervasivo; (b) nível intermediário, composto pelo mapeamento entre as tarefas (definidas pelo usuário) e subtarefas (aplicações pervasivas) e pelo gerenciamento de ambas; (c) nível inferior, é composto pelo conjunto de serviços do *middleware* de gerenciamento do ambiente pervasivo e de suporte à execução das aplicações pervasivas: EXEHDA (FERREIRA, 2009c).

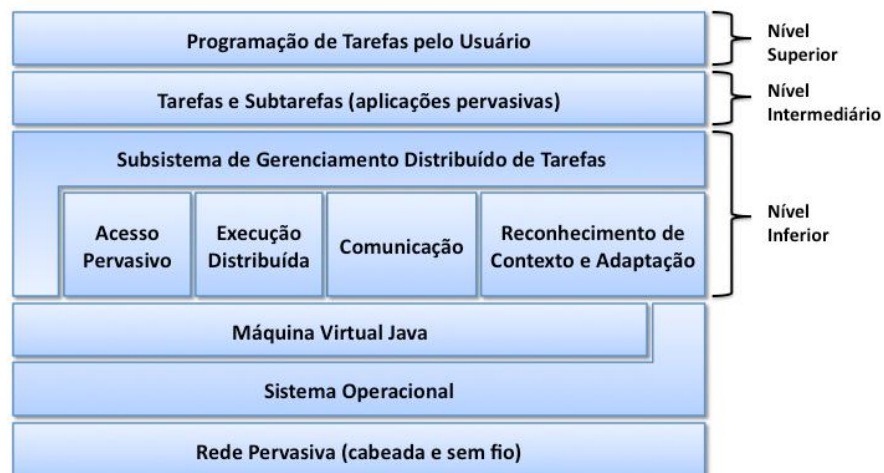


Figura 8: Arquitetura ClinicSpace (FERREIRA, 2009a).

Atualmente, o ClinicSpace é composto por: (a) Interface de Edição de Tarefas e Contexto (IETC) (MACHADO, 2010); (b) Subsistema Gerenciador Distribuído de Tarefas (SGDT) (FERREIRA, 2009b); (c) Bases de Suporte: Arquitetura SemantiCouch (MARAN, 2011); (d) pEHS – Sistema Pervasivo de Informações em Saúde (VICENTINE, 2010); (e) Serviço de Inferência de Tarefas (SOUZA, 2010); (f) Serviço de Colaboração (KROTH, 2011).

O Subsistema Gerenciador Distribuído de Tarefas (SGDT) (FERREIRA, 2009b) faz a mediação entre o *middleware* de controle pervasivo de ambientes (EXEHDA) (YAMIN et al, 2005), o Sistema Eletrônico de Saúde Pervasivo (pEHS), a arquitetura SemantiCouch (que armazena o contexto e demais informações) e, juntamente com a Interface de Edição de Tarefas e Contexto, viabilizam o acesso às informações de forma transparente, de acordo com as tarefas programadas pelo usuário (médico).

Como ilustra a Figura 9, o Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas busca seguir a ideia de modularização definida no EXEHDA, implementando módulos que disponibilizam serviços, que são gerenciados pelo Serviço Gerenciador de Tarefas.

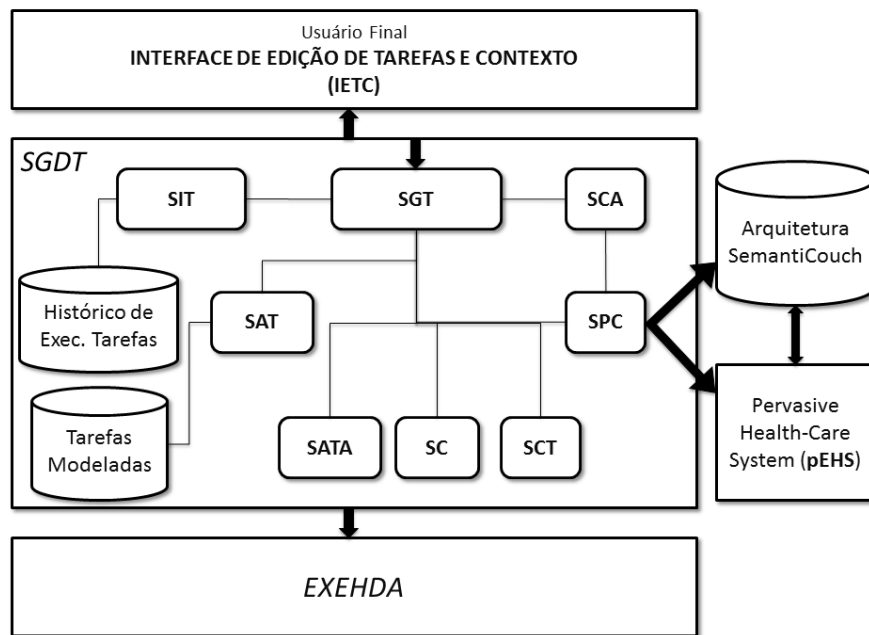


Figura 9: Componentes Atuais do ClinicSpace.

Nos itens subsequentes, serão apresentados de maneira geral cada componente da arquitetura exibidos na Figura 9.

3.1.1 Interface de Edição de Tarefas e Contexto (IETC)

A fim de que o profissional clínico possa criar e editar as suas tarefas, assim como o fluxo de execução destas, foi implementado por Silva (2009a) a IET (Interface de Edição de Tarefas). Esta sofreu alterações e foi estendida por Machado (2010) para IETC (Interface de Edição de Tarefas e Contexto). Essa interface utiliza os recursos providos pela arquitetura ClinicSpace para sua execução, com características ubíquas, tornando a infraestrutura invisível para o usuário final.

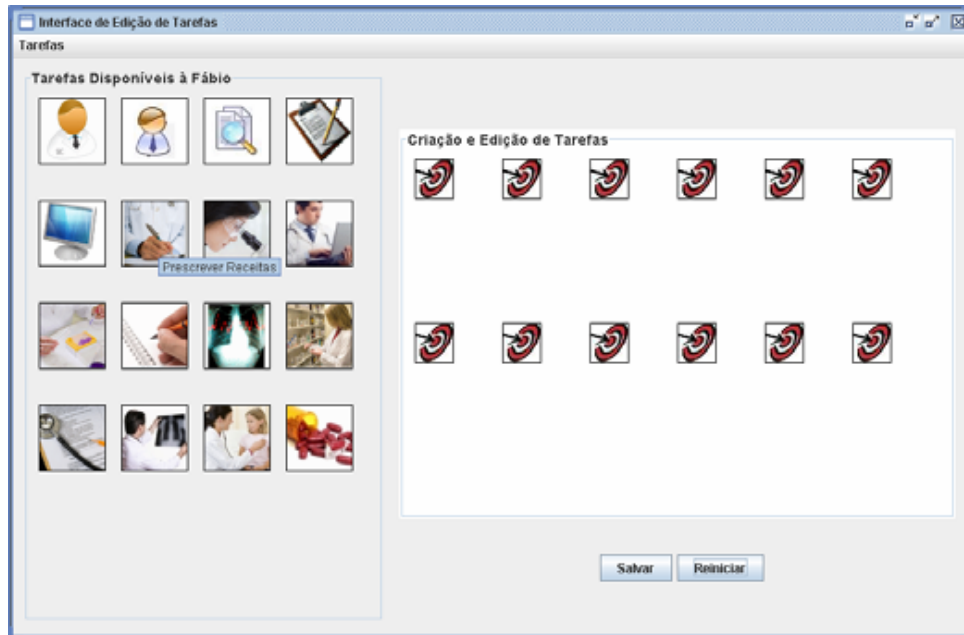


Figura 10: Interface de Edição de Tarefas (SILVA, 2009b).

Conforme dito anteriormente, a primeira versão da interface (Figura 10) foi projetada no trabalho de Silva (2009b). Quando executada pela primeira vez, a ferramenta carrega as 11 tarefas básicas, determinadas a partir do estudo de Laerum e Faxvaag (2004), que servem de base para que o usuário (médico) possa criar novas tarefas e fluxos de execução. Para isso, o médico arrasta o ícone correspondente à tarefa desejada e, dessa forma, pode compor um fluxo de execução para modelar sua atividade clínica. Após, o médico salva o fluxo desejado e a ferramenta edita as configurações em um arquivo descritor XML. A IET, através de regras de associação (SILVA, 2009a), certifica que a tarefa, ou fluxo, realmente representa um fluxo válido (correto) de execução de serviços e aplicações (abstraídas para o usuário através das subtarefas), também garante que as informações oriundas de cada elemento sejam propagadas corretamente ao longo da tarefa ou fluxo.

Machado (2010) associou os elementos de contexto à uma atividade clínica, e a possibilidade de o usuário expressar quais elementos de contexto são de seu interesse para uma atividade específica. Tais alterações resultaram em uma nova definição da interface que é apresentada na Figura 11.

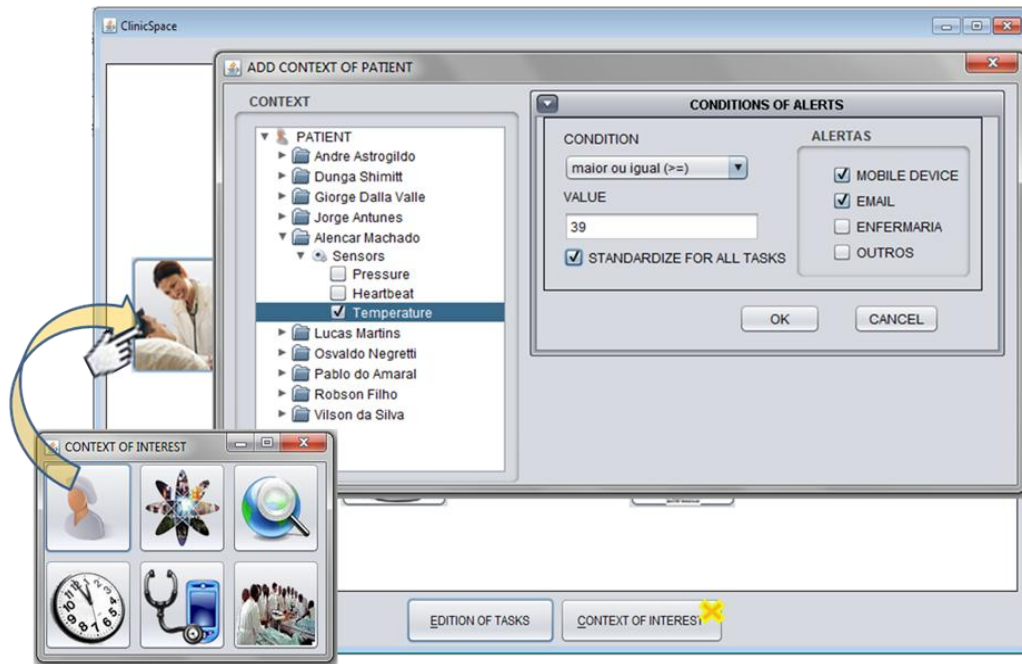


Figura 11: Interface de Edição de Tarefas e Contexto (MACHADO, 2010).

3.1.2 Serviço de Gerenciamento de Tarefas (SGT)

O serviço SGT é o núcleo do SGDT e é responsável pelo gerenciamento do ciclo de vida das tarefas. Atua como uma camada mediadora entre a aplicação e os demais serviços, sendo construído com base no *design patterns Facade* (GAMMA, 1995), realizando a abstração de todos os serviços para a interface gráfica. Após a modelagem das tarefas pelo usuário, o SGT instancia o Serviço de Acesso a Tarefas (SAT) e inicia o serviço de armazenamento das tarefas provido por ele. O SGT, também, gerencia as interrupções existentes na execução das tarefas utilizando o Serviço de Acesso a Tarefas Ativas (SATA), assim como faz chamadas a aplicações existentes no pEHS (ver seção 3.1.10) necessárias à execução de uma subtarefa específica. Maiores informações sobre o funcionamento o SGDT e SGT são descritas por Ferreira (2009a).

3.1.3 Serviço de Acesso as Tarefas (SAT)

O Serviço de Acesso as Tarefas é responsável por realizar o carregamento das tarefas do usuário. Este serviço utiliza o *middleware* EXEHDA para carregar as tarefas do usuário, conferindo mobilidade.

O SAT, ainda, realiza *parses XML* entre o arquivo descritor e objetos Java para montar a estrutura de dados de um objeto `Tarefa` na memória da aplicação. Para isso, ele acessa a Base de Tarefas Modeladas que armazena o descritor das tarefas vinculadas a seu dono. Esta base armazena as tarefas originais (11 tarefas mínimas) e reproduz cópias para cada usuário, após sua edição na IETC.

3.1.4 Serviço de Acesso a Tarefas Ativas (SATA)

O Serviço de Acesso a Tarefas Ativas provê a possibilidade de interrupção e retomada de execução de tarefas, bem como a migração de tarefas entre diferentes dispositivos utilizados pelo usuário. Este serviço mantém a informação do estado da tarefa (FERREIRA 2009a). Por exemplo, uma tarefa pode estar ativa quando foi inicializada pelo SGT e ainda não foi finalizada, neste estado ela pode sofrer interrupções devido à troca de dispositivo pelo usuário, vindo a entrar no estado de pausada ou cancelada. Tais estados são informados ao SGT para tomada de providências na execução do ciclo de vida da tarefa.

3.1.5 Serviço de Contexto para Tarefas (SCT)

O Serviço de Contexto para Tarefas armazena o relacionamento das tarefas do usuário com o contexto configurado no momento da modelagem. Além disso, o SCT identifica elementos do contexto que podem servir para a diminuição da entrada manual de dados nos formulários do pEHS, facilitando o seu uso e diminuindo a propensão de erros humanos (RIZZETTI, 2009). O usuário ainda pode realizar o agendamento de execução de determinadas tarefas quando o contexto estiver em um estado pré-determinado. Esse serviço é abordado com maiores detalhes no trabalho realizado por Rizzetti (2009).

3.1.6 Serviço de Inferência de Tarefas (SIT)

O Serviço de Inferência de Tarefas tem por finalidade a inferência das próximas tarefas que um usuário deseja executar. Dessa forma, o SIT monta uma árvore de decisão (algoritmo C 4.5 para a construção de uma árvore de decisão sobre os elementos do contexto) (SOUZA, 2010) baseada em informações do contexto providas pelo *middleware* EXEHDA e o histórico de execução das tarefas do usuário.

O Histórico de Execução das Tarefas é constituído de um Banco de Dados relacional; com isso, pode-se traçar o perfil de utilização do usuário e, dessa maneira, realizar inferências sobre as próximas tarefas a serem executadas. Maiores detalhes sobre o funcionamento desse serviço são descritos por Souza (2010).

3.1.7 Serviço de Colaboração (SC)

Esse serviço foi projetado para atender a necessidade de colaboração entre os profissionais em um ambiente clínico. Segundo Bardram & Christensen (2007), a colaboração é um aspecto fundamental no trabalho de médicos, enfermeiros e outros profissionais da saúde.

Uma forma muito frequente de colaboração entre os profissionais da saúde é a consulta à opinião de outro profissional (BARDRAM; CHRISTENSEN, 2007). Por isso, foi previsto, no Serviço de Colaboração (KROTH, 2011), o suporte à comunicação dos usuários, inicialmente por troca de mensagem, podendo ser expandido para formas mais robustas, como videoconferência. Através dessa funcionalidade, os profissionais podem compartilhar informações sobre o paciente, discutir problemas e soluções, solicitar e dar opiniões sobre os casos em que trabalham. Mais detalhes sobre este serviço são descritos por Kroth (2011).

3.1.8 Serviço de Persistência de Contexto e Arquitetura SemantiCouch

O Serviço de Persistência de Contexto permite o armazenamento de dados de contexto e a recuperação dos mesmos pelos serviços internos do ClinicSpace. Além disso, baseado nas

informações de contexto armazenadas, o SPC oferece acesso aos documentos armazenados de forma contextualizada. Assim, ele seleciona versões desses documentos de acordo com as informações de contexto descritas na consulta destes documentos, em comparação com as informações de contexto que estão integradas aos documentos armazenados na arquitetura ClinicSpace.

Para realizar a persistência dos dados de contexto e de informações clínicas, Maran (2011), desenvolveu a arquitetura SemantiCouch, que permite a utilização de ontologias em bases de dados distribuídas, provendo acesso a dados semânticos por sistemas ubíquos. Maiores informações sobre este serviço são descritas por Maran (2011).

3.1.9 Serviço de Contexto Afetivo (SCA)

O Serviço de Contexto Afetivo (SCA) (FIORIN, 2012) tem como objetivo inferir e classificar o estado de estresse do usuário do ClinicSpace (médico) com a finalidade de utilizar este tipo de informação como elemento de contexto no sistema. Para isso, o SCA dispõe de dois módulos principais: o primeiro é responsável pela inferência do estado cognitivo (estresse e emoção); o segundo é encarregado de analisar as variáveis em questão e classificar o estado do usuário, gerando o contexto afetivo.

A inferência do estado de estresse do médico é realizada através de uma ferramenta psicológica denominada Escala de Estresse Percebido (PSS – *Perceived Stress Scale*), responsável pela análise da característica emocional do usuário e pela classificação estressora das atividades. A partir dessas três abordagens o contexto afetivo é definido e persistido na base de contexto. Maiores detalhes sobre este serviço são descritos por Fiorin (2012).

3.1.10 Sistema Eletrônico de Saúde Pervasivo (pEHS)

O pEHS (VICENTINI, 2010) é um sistema que oferece funcionalidades relativas ao gerenciamento de informações de saúde do paciente, bem como informações dos clínicos. É denominado pervasivo, pois contém uma base de dados acessível em qualquer lugar, a todo instante e através de qualquer dispositivo. Sendo assim, o histórico de saúde do paciente pode ser acessado nas diferentes instituições de saúde, sem restrições de domínio de rede.

Esse sistema é organizado por um conjunto de aplicações autocontidas, ou seja, é possível combinar as funcionalidades para formar outra aplicação. As aplicações-básicas, atualmente projetadas, consistem nas implementações das 11 subtarefas básicas do ClinicSpace. Por exemplo, a subtarefa ‘obter informações específicas em registros de pacientes’ corresponde à chamada de uma aplicação do pEHS que recebe as informações de contexto como parâmetro e devolve as informações obtidas da Base de Dados Pervasiva que ele (pEHS) gerencia, na forma contextualizada. O pEHS é estruturado utilizando o *design pattern Data Access Object* (DAO) (MARLKS, 2004). Os serviços implementados através deste padrão são disponibilizados através do conceito de interfaces para o SGGT [FERREIRA, 2009b]. Maiores detalhes sobre o pEHS são discorridos por Vicentine (2010).

3.1.11 *Middleware* de Gerenciamento para Ambientes Pervasivos – EXEHDA

O *Middleware* EXEHDA (YAMIN; AUGUSTIN, 2005), provê os serviços de mais baixo nível da arquitetura ClinicSpace (abstraindo do programador de subtarefas e aplicações pEHS a dinamicidade e heterogeneidade do ambiente pervasivo), o controle da adaptação, a mobilidade física e lógica de recursos, a portabilidade e o tratamento de conexões e desconexões realizadas por dispositivos de acesso sem fio.

O EXEHDA disponibiliza os serviços pertinentes ao gerenciamento pervasivo de ambientes. O subsistema de Acesso Pervasivo gerencia a *base de dados da aplicação (BDA)*, disponibilizando dados e código de cunho mais abrangente, não pertencentes à usuários específicos (como o banco de dados do contexto e o pEHS). Também gerencia o *ambiente virtual do usuário (AVU)*, para a disponibilização de dados particulares vinculados a usuários específicos, como as tarefas modeladas, em qualquer lugar, a qualquer instante e com qualquer dispositivo.

O subsistema de Execução Distribuída provê a possibilidade de execução distribuída dos serviços e aplicações. O subsistema de Comunicação gerencia a troca de mensagens e a descoberta dinâmica de outros serviços e recursos separados fisicamente, bem como o tratamento da conectividade (conexões/desconexões) existentes em um ambiente pervasivo, devido à infraestrutura de rede sem fio. O subsistema de Reconhecimento de Contexto e Adaptação (SRCA) oferece à infraestrutura para o gerenciamento dos elementos do contexto,

disponibilizando através do processo de subscrição (inscrição para recebimento de informação desejada) os dados coletados pelos sensores.

3.2 O Contexto na Arquitetura ClinicSpace

Conhecer os elementos e fatores que rodeiam o usuário da aplicação faz com que ela possa interagir e agir mais proveitosamente em favor deste. A aplicação deve ser ciente desse contexto, adaptando-se automaticamente às mudanças no ambiente e às necessidades correntes do usuário, de forma transparente. Essas aplicações devem atentar para as características do ambiente como localização do usuário, número de pessoas, hora do dia, etc., fornecendo, assim, informações adequadas à situação ou atividade.

Uma das principais áreas de pesquisa dentro da Computação Ubíqua é a Computação Ciente do Contexto (*context-aware computing*), a qual possui aplicações em diferentes cenários computacionais e que apresenta desafios de implementação importantes.

Dey (2006) define o contexto como sendo qualquer informação que pode ser usada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade é uma pessoa, lugar ou objeto que é considerado relevante para interação entre o usuário e a aplicação (isso inclui o próprio usuário e a aplicação). Dessa forma, um sistema é ciente do contexto se este usa o contexto para prover informações relevantes e ou serviços para o usuário, onde a relevância depende diretamente da tarefa do usuário (DEY; ABOWD, 2006).

Sendo assim, o contexto clínico, no ClinicSpace, inicialmente foi definido por Machado (2010), que considera os elementos de contexto como *tempo, localização, paciente, dispositivos, sensores, recursos e perfil*. Estes geram informações temporais, atemporais e deduzidas. Como entrada de dados, levam-se em conta as informações coletadas pelos sensores, informações disponibilizadas pelos sistemas eletrônicos de saúde (EHR – *Electronic Health Record*) e informações deduzidas através da composição das duas informações conhecidas.

Dentro da arquitetura ClinicSpace, os elementos de contexto podem se relacionar com outros elementos na forma de associação composta. Por exemplo, num *paciente* são colocados *sensores* que monitoram suas funções vitais; um *médico* utiliza um *dispositivo* para a realização de alguma *tarefa* e outros *recursos* (como rede e impressoras) do ambiente. Assim,

uma tarefa tem um conjunto de elementos (contexto) que ela deve ser ciente e se adaptar em tempo de execução.

Os elementos de contexto possuem informações e as características das informações de contexto estão vinculadas a informações dinâmicas (sensoradas e ou informadas), informações estáticas (históricas) e informações deduzidas (extraídas da composição das duas primeiras) e são baseadas na pesquisa de Henriksen et al. (2002).

As *informações dinâmicas* variam periodicamente de acordo com a relação existente entre as entidades. Por exemplo, um médico está na sala de pronto atendimento. Esta informação só é útil enquanto a informação “médico saiu da sala” não for verdadeira. A principal fonte de dados dinâmicos são os sensores monitorados pelo *Middleware EXEHDA*. Contudo, as informações históricas de contexto podem ser levadas em consideração para geração de módulos pró-ativos, a fim de inferir futuros contextos. Atualmente, a arquitetura ClinicSpace está utilizando algumas informações históricas no Serviço de Inferência de Tarefas.

Já as *informações estáticas* são obtidas através de Sistemas Eletrônicos de Informações de Saúde (como o pEHS), as quais disponibilizam as informações dos elementos de contexto, como os dados pessoais de um paciente, descrição de um dispositivo, entre outras. São informações estáticas, pois possivelmente seu conteúdo não se altera durante um período considerável de tempo.

As *informações deduzidas* são criadas a partir da interpretação do conjunto de informações dinâmicas e estáticas. Isso é útil para os sistemas que necessitam de informações geradas a partir de uma dedução lógica das informações, oriundas do contexto corrente (inferência).

Dessa forma, o contexto, segundo Machado (2010), na arquitetura ClinicSpace é definido pelo modelo apresentado na Figura 12.

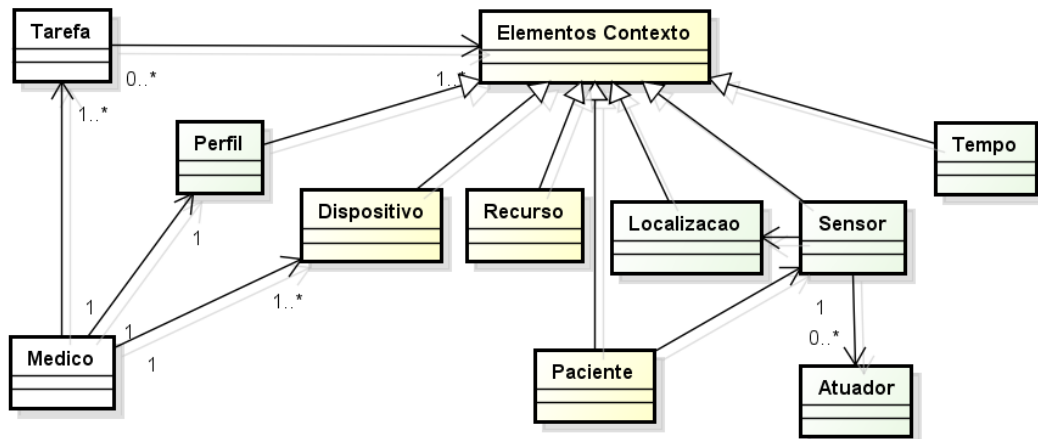


Figura 12: Modelagem do contexto clínico (MACHADO, 2010)

Conforme mostra a Figura 12, percebem-se as relações entre os elementos de contexto. O médico tem uma ou várias atividades a realizar (Tarefa) e, para isso, utiliza algum dispositivo (móvel ou fixo) com recursos obtidos no ambiente, os quais são disponibilizados de acordo com o seu perfil. Deste modo, todos os elementos de contexto derivam de uma classe genérica, a qual encapsula os comportamentos pertinentes a todos os elementos de contexto.

A partir da definição do modelo de Machado (2010), Maran (2011) expandiu as representações de contexto e informações clínicas, conforme ilustra a Figura 13. Para isso, Maran (2011) definiu uma ontologia, seguindo o processo denominado *Ontology Development 101* (RAUTENBERG et al, 2008).

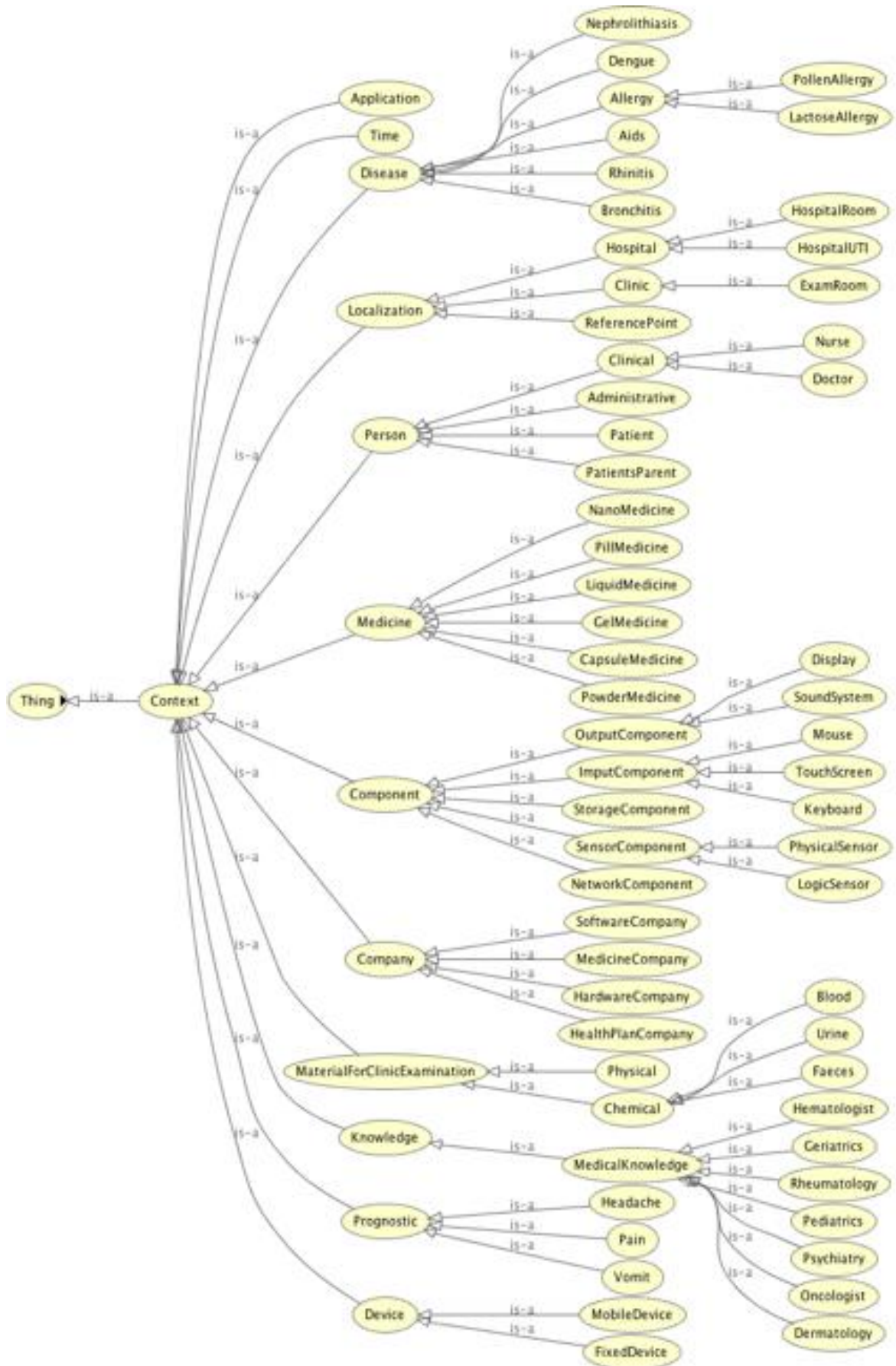


Figura 13: Contexto Clínico Atual na Arquitetura ClinicSpace (MARAN, 2011).

Assim, utilizando e analisando as entidades descritas neste capítulo, modelou-se o Serviço de Identificação contextualizada com a adaptação da informação, segundo o contexto em que a mesma é requisitada. No capítulo 4 encontra-se a descrição dessa solução de forma mais detalhada.

4 SERVIÇO DE IDENTIFICAÇÃO CONTEXTUALIZADA NA ARQUITETURA CLINICSPACE

A identificação (processo que visa reconhecer e receber informações sobre um objeto) é uma área central em muitas aplicações, logo o desenvolvimento de modelos de identificação são fundamentais nesses sistemas (HOLMSTROM; SANTIAGO; LENDARIS, 2005).

O reconhecimento e a obtenção automática de informações sobre os elementos, atuantes em um processo, possibilita vincular essa ação a outras, fazendo com que haja um fluxo transparente na execução das tarefas. Como visto no capítulo 2, existem diversas propostas de identificação de objetos e pessoas, que agrupam diversas tecnologias de forma automatizada (MING; MA, 2009) (GIANNAROU; STATHAKI, 2007) (HUB; HARTTER; ERTL, 2006), porém essas propostas objetivam apenas a localização dos elementos (sejam eles objetos ou pessoas) e informações estáticas sobre esses elementos, além de terem custo elevado de implantação.

Em um ambiente clínico, a entrada e saída de pacientes, a colaboração entre os profissionais, a alteração e acesso às informações dos pacientes ocorrem constantemente. Assim, percebe-se a necessidade da identificação automática de objetos e pessoas com acesso às informações, segundo o contexto em que é realizada essa tarefa. Portanto, o contexto (DEY; ABOWD, 2006) é de grande relevância na identificação, pois influencia no acesso e na apresentação da informação.

O modelo de identificação contextualizado para ambientes pervasivos proposto é ilustrado na Figura 14.

O ponto central desse processo de identificação de objetos e pessoas é o módulo de identificação que implementa o fluxo de identificação, o qual utiliza o contexto em que a tarefa foi iniciada para retornar as informações. Assim, o usuário (1) inicia a tarefa de identificação; (2) o módulo de identificação verifica que um processo de identificação está ocorrendo, busca o contexto em que a tarefa está sendo realizada, associa-o ao processo e adapta a informação segundo o contexto; (3) por fim, retorna as informações vinculadas ao objeto/pessoa e permite a associação desses dados com outras tarefas disponibilizadas pelo sistema ao usuário.

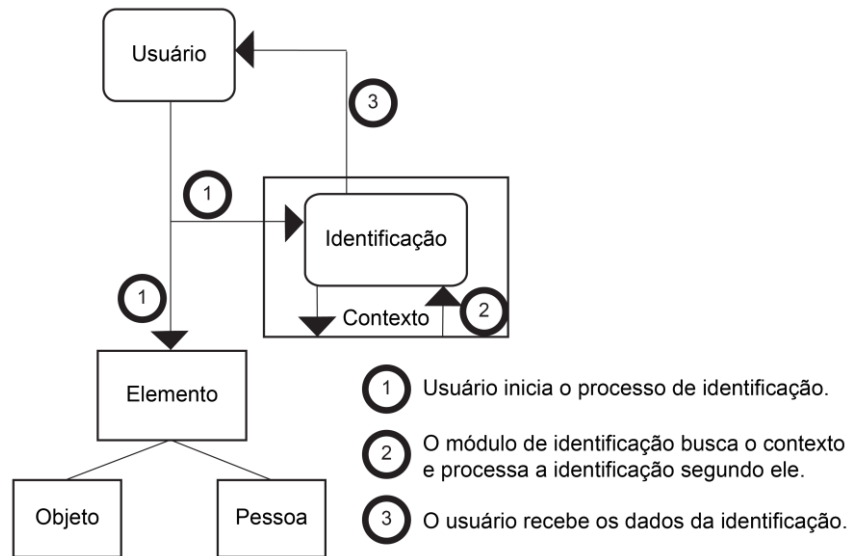


Figura 14: Modelo de Identificação Contextualizado.

O processo de contextualização da identificação é dado pelo conceito de informação pública/privada, solução inspirada no trabalho de Rouillard (2008). Dessa forma, a informação que compõe a identificação é fragmentada em duas partes (ROUILLARD, 2008): (a) pública, na qual qualquer usuário, que possua um dispositivo capaz de ler/decodificar a *tag* (RFID, *2D Barcode*, etc.) da tecnologia adotada, tem acesso; e (b) privada, que é o contexto em que o elemento foi identificado.

Assim, o módulo de identificação trata a informação devolvendo-a ao usuário segundo o contexto em que a tarefa foi executada, permitindo associar essas informações com outras tarefas.

4.1 Arquitetura Genérica do Serviço de Identificação Contextualizada

Conforme mostra a Figura 15, a arquitetura do serviço de identificação contextualizada é composta pela interface, pelo módulo de identificação, módulo de contexto e pela base de dados que contem as informações dos elementos definidos pelo sistema em questão.

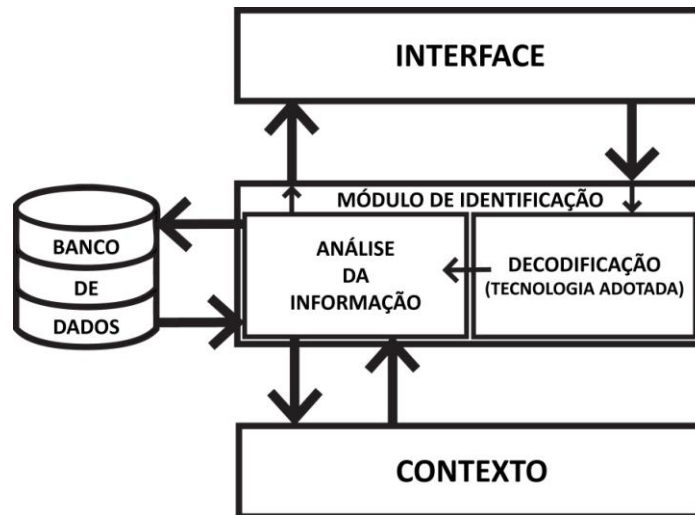


Figura 15: Arquitetura Genérica do Serviço de Identificação Contextualizada.

A interface, na arquitetura genérica, é responsável por disponibilizar a funcionalidade de identificação e pela adaptação da tela de informações ao dispositivo que o requisitou.

O módulo de identificação é composto por dois submódulos: submódulo de análise da informação e submódulo de decodificação. Assim, ao acionar-se a função de identificação, a interface acessa o submódulo de decodificação que, através de métodos específicos à tecnologia definida para a identificação dos elementos, decodifica a *tag* do objeto/pessoa, verifica se o objeto/pessoa pertence ou não à arquitetura, constrói o *Elemento* e o passa para o submódulo de análise da informação. No submódulo de análise da informação, esse *Elemento* é processado, identificando a que elemento da arquitetura ele se refere, busca suas informações e as adapta segundo o contexto. A verificação se dá conforme a estrutura XML ilustrada na Figura 16.

```
<arquitetura>
  <elemento>tipoElemento</elemento>
  <idElemento>id</idElemento>
</arquitetura>
```

Figura 16: Estrutura XML de identificação de um elemento de contexto de uma arquitetura.

Verificando que o elemento pertence à arquitetura do sistema, o submódulo de análise da informação busca, na base de dados, as informações do elemento e passa para a próxima

etapa que é a adaptação da informação; caso contrário, a interface retornará apenas as informações contidas na *tag* para o usuário.

A adaptação da informação é realizada pelo módulo de contexto, juntamente com o submódulo de análise da informação, através da análise do cenário em que foi realizada a identificação e de acordo com os elementos de contextos definidos na arquitetura. Após esse processamento, o módulo de identificação retorna para o usuário a informação, já adaptada, sobre o elemento requisitado.

Dessa forma, o serviço de identificação contextualizada não só identifica e distingue os elementos pertencentes ou não ao contexto da arquitetura, mas também auxilia na distinção de usuários/grupos de usuários, adaptando a informação segundo o contexto em que foi realizada a tarefa.

4.2 Detalhes de Implementação

Nessa seção é apresentado um cenário de uso, exemplificando de que maneira o Serviço de Identificação atuaria e as modificações realizadas na arquitetura ClinicSpace para a sua implantação.

4.2.1 Cenário de Uso

A fim de validar e exemplificar o serviço proposto neste trabalho, definiu-se um cenário de uso, baseado no estudo de caso descrito por Darianian e Michael (2008), considerando a utilização da arquitetura ClinicSpace em um hospital (computadores e dispositivos móveis), permitindo os médicos (usuários) acessarem informações, ao longo de suas atividades, em qualquer parte do ambiente hospitalar.

O cenário retrata o monitoramento da medicação de um paciente dentro do ambiente hospitalar. Assim, conforme ilustra a Figura 17 e de acordo com o modelo de contexto proposto por Maran (2011) na Figura 13, cada elemento (paciente, equipamentos, substâncias, remédios, etc.) atuante no contexto das atividades médicas possui uma identificação através de uma *tag* com um código de barras bidimensional (*QRCode*) impresso.

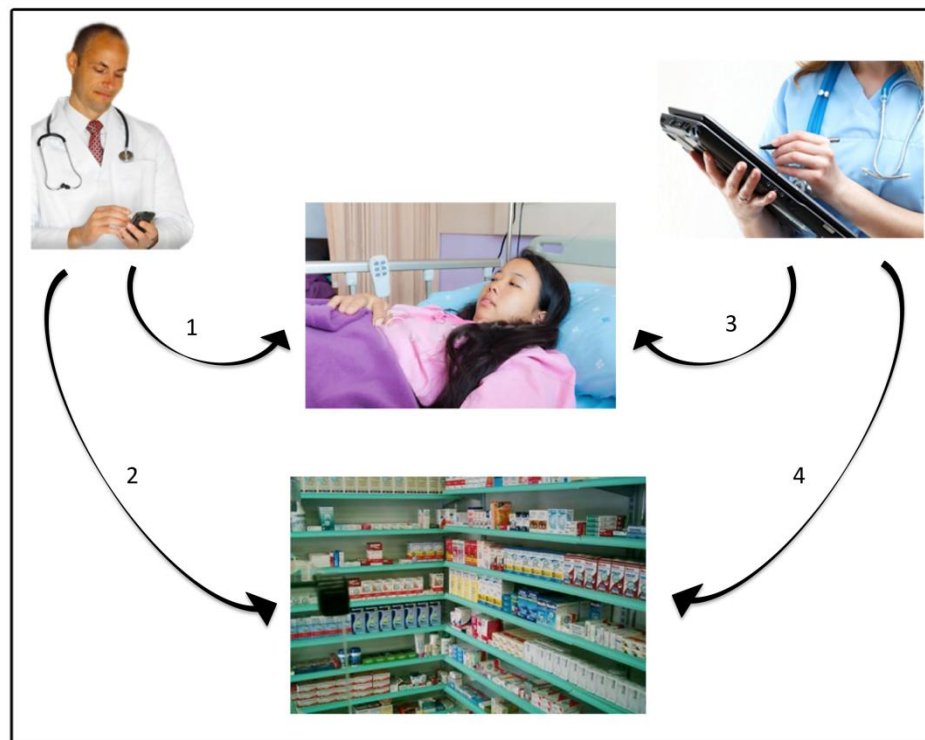


Figura 17: Cenário de uso.

Em um primeiro momento, um médico, que realiza visitas de rotina aos seus pacientes, entra no quarto de um deles carregando um dispositivo móvel (*smartphone*). (1) O médico, então, inicia o procedimento para examinar o prontuário do paciente. Para isso, ele inicia a tarefa de *Atendimento ao Paciente* no ClinicSpace, que por sua vez, requisita o escaneamento do *QRCode* do paciente; ao escanear o *QRCode*, o sistema decodifica-o e analisa os elementos de contextos envolvidos no início da atividade. Como o usuário que requisitou é um médico e o dispositivo de visualização é um *smartphone*, o sistema retorna o prontuário com informações relevantes para o médico.

Dando prosseguimento às suas atividades, o médico busca o medicamento desse paciente e, para fins de verificação, (2) inicia a atividade de *Verificação de Medicamento*, escaneando o *QRCode* do medicamento. Como este ainda não pertence ao conjunto de elementos da arquitetura do ClinicSpace, o sistema realiza a decodificação e retorna apenas as informações contidas na *tag*.

Comparando as informações contidas na *tag* do medicamento com as prescritas no prontuário do paciente, o médico dá sequência ao procedimento e ministra o medicamento.

Em outro quarto, um outro profissional (enfermeira), munida de um *tablet*, realiza a atividade de *acompanhamento*, verificando a medicação de um paciente. Assim, a enfermeira

(3) inicia a tarefa de *Atendimento ao Paciente*, escaneando a *tag* do paciente; o sistema identifica que o paciente é um elemento conhecido da arquitetura e busca suas informações na base de dados, realiza a análise do contexto em que a atividade de identificação foi iniciada e verifica que o usuário que iniciou a tarefa é uma enfermeira (através das informações disponibilizadas pelo EHS, referentes a esse usuário), adaptando, assim, as informações do paciente. Então, o sistema retorna as informações básicas e de interesse daquele tipo de usuário (medicamentos a serem ministrados). E, concluindo o procedimento, a enfermeira realiza a (4) identificação do medicamento, conferindo com os prescritos no prontuário do paciente.

4.2.2 Alterações na Arquitetura ClinicSpace

A Figura 18 mostra a arquitetura ClinicSpace e a estrutura que sofreu alteração para a inserção do serviço de identificação contextualizada. A estrutura em vermelho (SGDT) já pertencia a arquitetura e necessitou ser alterada, o retângulo em laranja corresponde ao serviço proposto nesse trabalho.

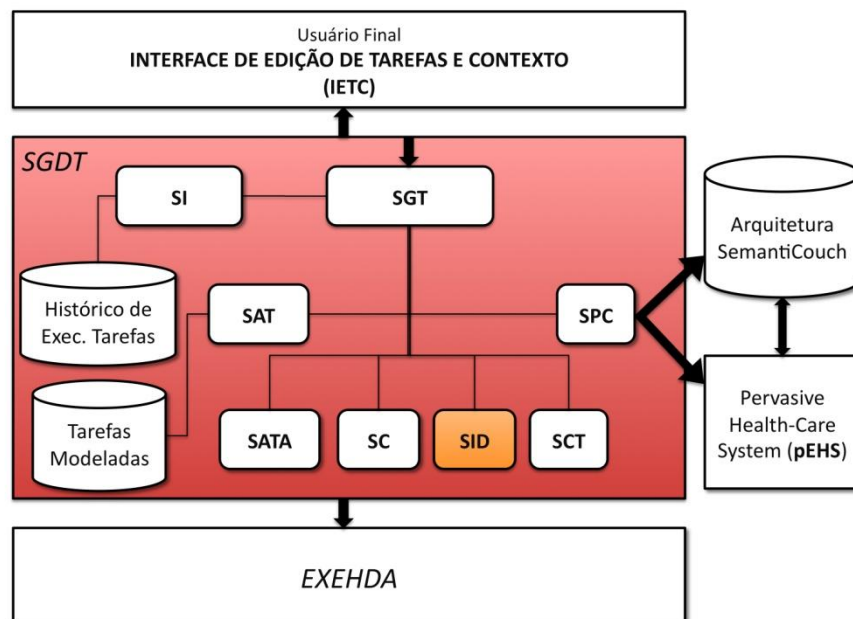


Figura 18: Estruturas modificadas na arquitetura ClinicSpace.

Os elementos de contexto da arquitetura ClinicSpace foram modelados, em um primeiro momento, por Machado (2010) e expandidos, posteriormente, por Maran (2011). Porém, com o trabalho de Machado foi possível definir os elementos de contexto que uma tarefa poderia necessitar, isso minimizou o tempo e o processamento de descoberta (através de uma análise do contexto em que a tarefa é executada) desses elementos. Mas somente a partir deste trabalho é que foi possível identificá-los e ter acesso a suas informações de forma contextualizada e automatizada, mantendo o equilíbrio entre pró-atividade e personalização.

O uso do *QRCode*, na arquitetura ClinicSpace, não só viabiliza essa identificação dos elementos de contexto, mas qualquer objeto do ambiente. Conforme a seção 2.2.1, os códigos de barras 2D possuem um custo muito baixo em relação à outras formas de identificação (RFID e NFC), além da geração e edição de informações em um *QRCode*, também, possuir um baixo custo. Outro fator, já comentado, é a leitura/decodificação através de uma câmera; dessa forma, qualquer dispositivo móvel com câmera (um *smartphone*, PDA ou telefone celular com câmera) e com software de leitura de código de barras 2D, facilmente encontrados sem custo na internet, pode-se extrair as informações do *QRCode*.

Assim, para identificar um elemento de contexto, através do *QRCode*, codificou-se a estrutura XML (Figura 19), informando o tipo e o seu ID na arquitetura.

```
<clinicSpace>
  <elemento>Paciente</elemento>
  <idElemento>12</idElemento>
</clinicSpace>
```

Figura 19: Estrutura XML de identificação de um paciente na arquitetura ClinicSpace.

As alterações realizadas no SGGT envolvem a edição de duas *subtarefas*: Identificação e Busca, pois a arquitetura do Serviço de Identificação foi projetada para seguir o padrão de modularização utilizado pelo SGGT, assim diminuindo o número de alterações em outros serviços. Na *subtarefa* de identificação foi alterada a sua execução para que esta utilize o Serviço de Identificação, através do método *identificaElemento()*; e a *subtarefa* de busca através do método *buscaInformacoesElemento()*.

No **Serviço de Identificação (SID)** (Figura 20), além dos métodos de decodificação, disponibilizados pela biblioteca *Zxing* (biblioteca com métodos para leitura/decodificação de

códigos bidimensionais) (GOOGLE, 2011), implementou-se uma rotina para permitir tanto a identificação e resgate de informações vinculadas aos elementos de contexto, definidos na arquitetura ClinicSpace, como a dos demais objetos que possuam um *QRCode* associado.

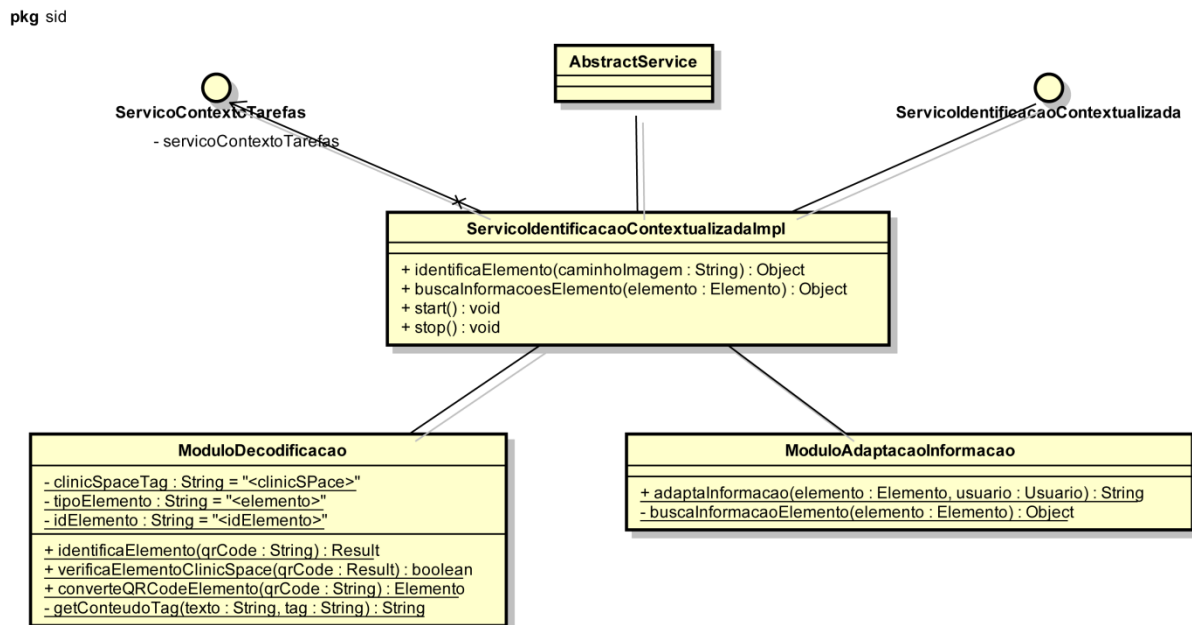


Figura 20: Diagrama de classe do Serviço de Identificação Contextualizada (SID).

Essa rotina de extração de informações dos *QRCodes*, que não pertencem à arquitetura do ClinicSpace, foi inserida no intuito de suprir possíveis necessidades de informações sobre medicamentos e demais objetos/substâncias utilizadas em um ambiente hospitalar.

Assim, a rotina implementada recebe o retorno do conteúdo do *QRCode* e o analisa. Ao identificar a tag *<clinicSpace>*, o SID constrói um elemento de contexto (*Elemento*) com o seu tipo *<elemento>* e o seu ID *<idElemento>*. Caso não identifique a tag *<clinicSpace>*, o SID mostrará as informações contidas no *QRCode*.

A segunda parte do processo de identificação é feita pela análise do contexto. Na análise realizada pelo SID, a informação do *QRCode* (pública) será adicionada ao contexto (privada), conforme explicado na seção 4. Esse processamento das duas partes confere um caráter contextual ao *QRCode*. Desse modo, o SID analisa o contexto da tarefa, que é acessado através do SCT, levando em consideração alguns pontos como: o dono da tarefa, a especialidade deste, a própria tarefa e o dispositivo em que será exibida a informação. Após essa análise, o SID, através do método *buscaInformacaoElemento(Elemento)*, acessa o SPC

que retorna somente as informações de interesse/pertinentes ao usuário (adaptação), segundo aquele contexto.

Essa análise do contexto para adaptar a informação é importante, pois, por exemplo, caso um médico esteja apenas visitando um paciente e deseja acessar o prontuário, se ele estiver portando um dispositivo móvel poderá estar interessado em informações mais básicas e recentes; já se as informações vão ser exibidas em um monitor e mais pessoas se encontram no quarto, é interessante preservar o paciente, omitindo alguns dados pessoais ou de saúde.

Outras situações também são beneficiadas, como informações pertinentes a um usuário ou grupo de usuários (Serviço de Colaboração - SC) (KROTH, 2011), prevenindo, assim, que qualquer usuários ou grupo de usuários tenha acesso a dados que sejam restritos (confidencialidade).

A solução proposta nesse trabalho, na arquitetura ClinicSpace, não visa diferenciar objetos de pessoas, mas identificá-los de forma contextualizada, embora tenham características diferentes e pesquisas na literatura as apontem.

Com isso, após identificar o objeto e este sendo um elemento de contexto, o médico poderá seguir com a tarefa, tendo as informações do elemento e podendo associá-las a essa.

5 AVALIAÇÃO E TESTES

Na presente seção é descrito o ambiente de teste, os tipos de testes realizados, os resultados obtidos e um comparativo com trabalhos relacionados.

5.1 Testes

Para a realização dos testes, configurou-se um ambiente composto de um nodo base do EXEHDA e um nodo cliente que executa a tarefa de *Atendimento ao Paciente*. A avaliação do Serviço de Identificação, implementado no ClinicSpace, é realizada com base no cenário de uso proposto na seção 4.2.1. Assim, dois testes de impacto foram realizados utilizando:

- EXEHDAbase
 - Processador: Intel Core I5;
 - Memória (RAM): 6 GB;
 - Java versão 1.6.0_21.
- EXEHDAcliente
 - Processador: Intel Core 2 Duo;
 - Memória (RAM): 2 GB;
 - Java versão 1.6.0_33.
- Dispositivo Móvel com câmera (*smartphone*)
- Rede Ethernet 10/100 Mbps.

Todos os testes foram realizados com uma instância do EXEHDA e com uma ontologia de 180 Kb, com as relações descritas na Figura 13.

5.1.1 Teste de Identificação

Para testar o impacto da identificação via *QRCode*, comparou-se o tempo total de identificação até a exibição da informação, através (1) da captura da imagem do *QRCode* do

paciente e (2) por meio da digitação do número do prontuário do paciente, conforme mostra o diagrama de sequência na Figura 21.

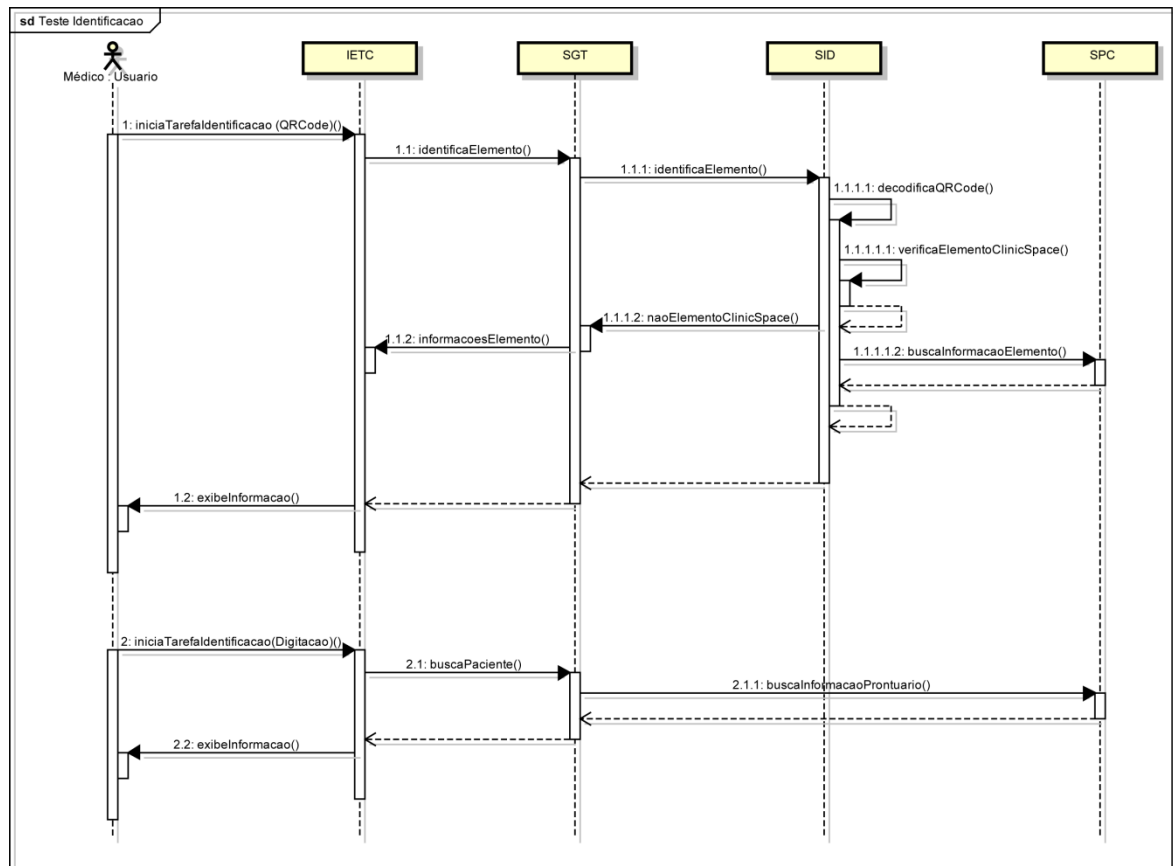


Figura 21: Diagrama de sequência do teste de identificação.

Foram feitas cinco medições com cada uma das abordagens, considerando possíveis oscilações na rede, o tempo para digitar o número do prontuário e diferentes ângulos de posicionamento da câmera do dispositivo móvel para escaneamento do *QRCode*, como mostra a Figura 22.

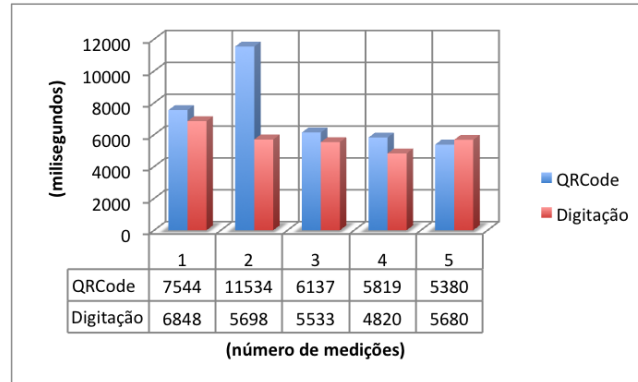


Figura 22: Gráfico com os tempos de identificação: *QRCode* x Digitação.

Nota-se que, apesar do tempo de carregamento da imagem do código *QRCode*, a diferença entre as abordagens é relativamente baixa (Figura 22), o que demonstra um pequeno impacto na arquitetura, viabilizando a utilização da tecnologia *QRCode* para identificar os elementos de contexto do ClinicSpace. Apenas na segunda medição é que a diferença entre as abordagens foi maior em função do mau posicionamento da câmera.

5.1.2 Teste de Adaptação da Informação

De acordo com a Figura 23, no teste de adaptação da informação, comparou-se a execução da busca e exibição da informação (1) com o módulo de adaptação ativado e (2) sem a utilização deste.

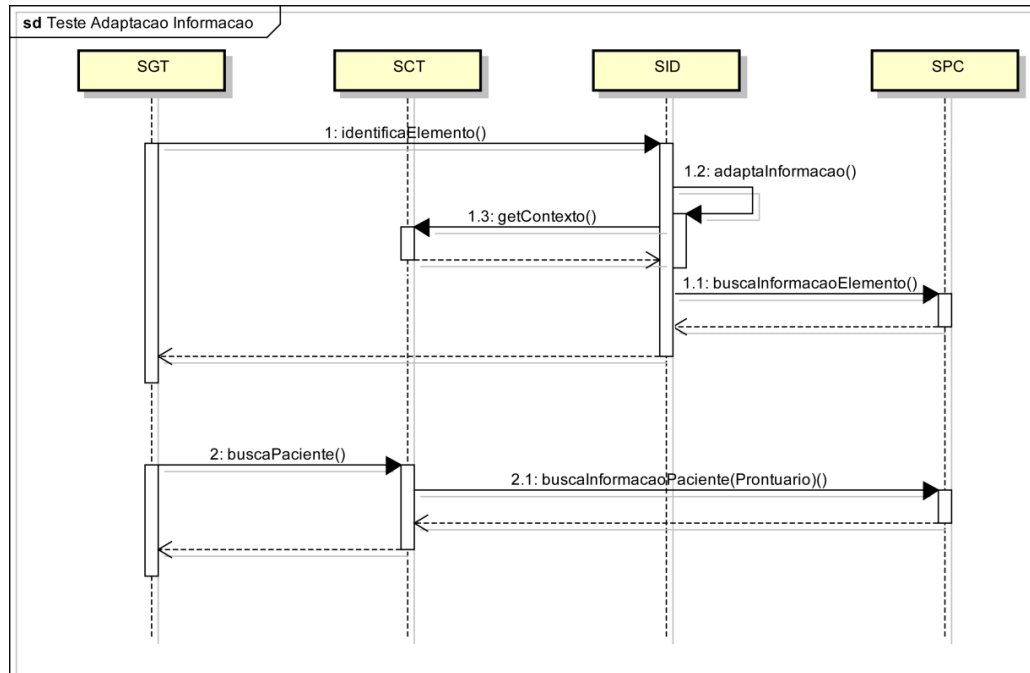


Figura 23: Diagrama de sequência do teste de adaptação da informação.

Nesse teste, foram levados em consideração os elementos de contexto: usuário (especialidade do usuário) e a tarefa que requisitou a identificação (conforme caso de uso descrito na seção 4.2.1). Assim, sendo o usuário um médico e a tarefa *Atendimento ao Paciente* o retorno será o prontuário completo, porém no caso do usuário da especialidade enfermagem, as informações do prontuário que retornam são os dados do paciente juntamente com o tratamento (posologia de cada medicamento) a ser ministrado.

Conforme o gráfico apresentado na Figura 24 percebe-se um ganho, ainda que mínimo, no tempo de processamento das informações. Essa diferença de tempo registrada, já era esperada, pois sem o módulo de adaptação todos os dados que compõem o prontuário do paciente eram trazidos (uma operação de acesso a banco de dados tem um custo bem mais elevado do que uma operação de processamento) e com a inserção desse módulo apenas as informações de interesse do usuário são retornadas.

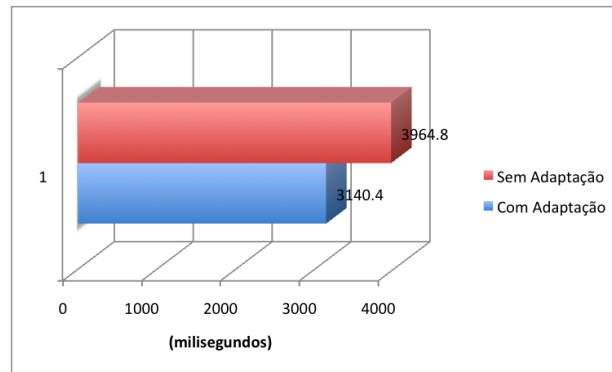


Figura 24: Gráfico do tempo médio de busca e exibição da informação: sem adaptação x com adaptação.

Sendo assim, após a realização dos testes foi possível verificar, não só a execução do serviço, mas o impacto deste na arquitetura ClinicSpace. Os resultados foram considerados razoáveis e satisfatórios, tendo em vista os benefícios que trouxe à arquitetura.

5.2 Comparação com os Trabalhos Relacionados

A identificação contextualizada é tema de alguns projetos recentes na área de Computação Pervasiva. Dentro dessa área, têm-se projetos como Aura¹² e Activity-Based Computing (ABC¹³); e ferramentas como PerZoovasive (ROUILLARD; LAROUSSE, 2008), que exploram soluções envolvendo a identificação de objetos/pessoas/usuários sob o viés da Computação Pervasiva.

5.2.1 Projeto Aura

O projeto de software pioneiro da área de Computação Pervasiva foi o Aura, desenvolvido na universidade de Carnegie Mellon. Ele visa solucionar o problema de gerência de recursos, envolvidos no ambiente, e as mudanças frequentes e dinâmicas da utilização da computação, proporcionando para cada usuário um conjunto invisível de serviços de computação, que persiste independentemente da sua localização.

¹² www.cs.cmu.edu/~aura

¹³ <http://activitybasedcomputing.org/>

O Aura consiste em uma arquitetura de apoio às necessidades computacionais referentes à mobilidade do usuário, satisfazendo dois objetivos: maximizar a utilização dos recursos disponíveis e minimizar a distração do usuário com problemas de gerência de recursos do ambiente.

Assim, o Aura constrói um conceito de “aura pessoal”, que se espalha pelas diversas infraestruturas computacionais. O objetivo por trás desse conceito é a atuação da aura do usuário como um *proxy* para a mobilidade deste, representando-o em cada ambiente. Quando um usuário está em um novo ambiente, sua aura capta os recursos adequados para apoiar suas tarefas e demais informações, como as restrições que o contexto físico pode impor à execução de suas tarefas (SOUSA; GARLAN, 2002).

Em relação ao tema de identificação, no Aura, não há, propriamente dita, a tarefa de identificação, pois o projeto não visa identificar o usuário e sim prover, a este, um gerenciamento dos recursos do ambiente e da sua mobilidade pelo ambiente (contexto). A localização dos usuários/dispositivos é realizada através da triangulação dos pontos de acesso da rede *wireless* (SMALL et al., 2000). Sendo assim, verifica-se que o Aura possui uma estrutura que visa o contexto, mas não a identificação dos elementos de contexto no que tange ao resgate e adaptação de informações sobre estes.

5.2.2 Projeto ABC

Na área de Saúde Pervasiva (UbiHealth), o projeto ABC apresenta uma proposta para utilização de Computação Baseada em Tarefas destinadas aos Ambientes de Saúde. Este projeto influenciou muitas soluções adotadas no desenvolvimento da arquitetura ClinicSpace.

O ABC foi desenvolvido para ser uma plataforma de programação, na qual as aplicações orientadas às atividades poderiam executar. A plataforma ABC lida, ainda, com o gerenciamento das atividades distribuídas e colaborativas, adaptando-as aos serviços e recursos existentes no ambiente. Assim, o projeto centraliza-se na *atividade* do usuário, armazenando, adaptando, contextualizando e permitindo a colaboração das atividades ofertadas pelo sistema.

Analisando os pontos similares à pesquisa deste trabalho, verifica-se que a abordagem de contexto utilizada no projeto ABC é focada na questão da descoberta das atividades do usuário, utilizando o contexto em que ele se encontra e baseando-se em modelos de atividades

previamente conhecidos. A identificação dos elementos do contexto se dá via *tags* RFID, na qual as informações dos elementos podem ser associadas às atividades (BARDRAM, 2009). Apesar de haver a funcionalidade de identificação e a associação de informações, advindas desse processo, a informação não é adaptada, pois a informação não muda conforme o contexto, descaracterizando uma identificação contextualizada.

5.2.3 PerZoovasive

O projeto P-LearNet¹⁴ (Pervasive Learning Networks) é um trabalho exploratório sobre os serviços de adaptação e usos, para a aprendizagem humana, no contexto da comunicação pervasiva. Um dos objetivos está em proporcionar o aprendizado aos profissionais durante suas atividades de trabalho. Assim, os principais objetivos do projeto P-LearNet são: (a) o trabalho integrado à aprendizagem e o suporte de aprendizagem do usuário; (b) o ensino profissional contínuo no local de trabalho; (c) a aprendizagem profissional em qualquer lugar; (d) o tempo (data e hora); (e) os contextos organizacionais e tecnológicos de um indivíduo/coletividade em um processo de aprendizagem e de trabalho; (f) o contexto como construtor na aprendizagem contínua.

O PerZoovasive, ferramenta viabilizada pelo P-LearNet, provê a descrição de cada animal de um zoológico (através da leitura do *QRCode* (ISO/IEC 18004:2006)), segundo um contexto particular, que é dado por: (a) a tarefa escolhida (lição ou questionário); (b) nível do usuário (aluno); e (c) a língua do usuário, que pode ser obtida por seleção na aplicação.

Apesar do PerZoovasive ter inspirado a solução proposta neste trabalho, ele não leva em consideração a associação das informações, advindas do processo de identificação, com outras atividades/tarefas. Em contra partida, a arquitetura ClinicSpace, através da IETC, faz a associação dessas informações, contribuindo para o fluxo das atividades médicas.

Sendo assim, a Tabela 1 apresenta um comparativo entre os projetos e a solução proposta no presente trabalho, usando como critérios de comparação: a identificação, se contextualizada ou não; a adaptação ao contexto, se presente ou não, a associação com outras tarefas/funcionalidades, se presente ou não.

14 <http://www.lifl.fr/NOCE/doku.php?id=projects>

	Identificação Contextualizada		Adaptação da informação	Associação com outras tarefas/atividades
	Identificação	Contexto		
ABC	X	X		X
Aura		X		X
PerZoovasive	X	X	X	
ClinicSpace	X	X	X	X

Tabela 1: Comparativo entre Projetos Relacionados.

6 CONCLUSÃO

Os conceitos da Computação Ubíqua/Pervasiva aplicados aos sistemas computacionais os tornam mais inteligentes e atrativos. Com foco no contexto em que o usuário executa suas atividades (*context awareness*) e baseando suas funcionalidades nas tarefas do usuário, esses sistemas diminuem as chances de sua rejeição por parte desses mesmos usuários.

Nesse sentido, o ClinicSpace alia os conceitos da Computação Pervasiva, Consciente de Contexto e da Programação voltada a tarefa, propondo uma infraestrutura que auxilia o médico nas suas diversas atividades, no ambiente clínico.

Os ambientes clínicos são ambientes pervasivos e dinâmicos, onde o contexto em que ocorrem as tarefas médicas é fator importante nas decisões tomadas por sistemas que visam auxiliar esses profissionais em suas atividades. Da mesma maneira, a identificação dos variados elementos atuantes nessas atividades contribui para a pró-atividade desses sistemas e minimiza os erros desse processo, liberando a atenção do usuário para outras tarefas.

A automatização do processo de identificação contribui para o fluxo das atividades do usuário clínico, porém é necessário equilibrar pró-atividade (agir em nome do usuário) e personalização (usuário toma a decisão). Atentando para esse equilíbrio, o modelo de identificação contextualizada proposto busca sanar o problema de como identificar os elementos que atuam no contexto das atividades do médico, na arquitetura ClinicSpace, permitindo que este escolha os elementos que julga serem relevantes para a realização da atividade, associando as informações desses elementos com essa.

Definiu-se uma arquitetura do serviço, baseada no modelo de identificação, proposto na seção 4.1, a fim de testar a solução e agregar essa funcionalidade ao ClinicSpace. Dessa forma, o Serviço de Identificação, que identifica objetos e pessoas do contexto do ClinicSpace adaptando a informação de retorno segundo o contexto em que foi executada a identificação, foi implementado de maneira a impactar o mínimo possível nos componentes existentes, objetivo que foi alcançado. Também, criou-se o módulo de decodificação para que fosse possível não só a troca de tecnologia sem prejuízo para a arquitetura, mas também tornar viável a coexistência de mais de uma tecnologia de identificação.

O serviço de identificação contextualizada apresentou resultados aceitáveis e permite que trabalhos futuros de melhorias na automatização desse processo, exibição da informação e veiculação de parte dessa informação possam ser criados.

6.1 Contribuições

Este trabalho realizou as seguintes contribuições para a arquitetura ClinicSpace:

- Identificação dos elementos do contexto da atividade: funcionalidade de identificação dos elementos conhecidos e dos não conhecidos pela arquitetura, através do uso do *QRCode*.
- Contextualização da Informação: através da adaptação da informação dos elementos (conhecidos pela arquitetura), segundo o contexto em que foram requisitadas as informações sobre esses.
- Associação da Informação: permitindo que o usuário associe a informação proveniente do processo de identificação à uma tarefa de forma automática.

6.2 Trabalhos Futuros

Como sugestões de trabalhos futuros têm-se:

- Testes de usabilidade baseados nos conceitos de *Quality of Experience* (QoE¹⁵) em um ambiente real, identificando pontos a serem melhorados no serviço e na interface de decodificação do *QRCode*.
- Testes comparativos com outras tecnologias, a fim de automatizar, ainda mais, o processo de identificação.
- Elaboração de um serviço interno de inferência para a adaptação da informação com regras que analisem o contexto, a fim de melhorar esse processo de adaptação.
- Permitir a associação das informações dos elementos que não são conhecidos pela a arquitetura às demais tarefas.

¹⁵ QoE é um padrão que visa medir, de maneira geral, o nível de satisfação de um cliente com um fornecedor. O QoE expressa a satisfação do usuário, objetiva e subjetivamente. Esse paradigma pode ser aplicado em qualquer relacionamento com o usuário ou serviço.

6.3 Publicações

As publicações realizadas sobre este trabalho até o presente momento são:

SIRC/RS 2011: “Identificação Contextualizada de Objetos e Pessoas na Arquitetura ClinicSpace”. In: Simpósio de Informática da Região Centro/RS. Santa Maria – RS. 2011.

RITA xxx: “Modelo Pervasivo de Identificação Contextualizada”. In: Revista de Informática Teórica e Aplicada, 2012. (submetido para publicação)

REFERÊNCIAS

ADELMANN, R.; LANGHEINRICH, M.; FLOERKEMEIER, C. A Toolkit for Bar-Code-Recognition and Resolving on Camera Phones – Jump Starting the Internet of Things. Proceedings of the workshop on Mobile and Embedded Interactive Systems (MEIS'06) at Informatik 2006. GI Lecture Notes in Informatics Series (LNI). Dresden, Germany, 2006.

ALAPETITE, A. Dynamic 2d-barcodes for multi-device web session migration including mobile phones. *Personal and Ubiquitous Computing*, 14(1):45–52, 2010.

AUGUSTIN, I.; LIMA, JOÃO CARLOS D. and YAMIN, A. C. 2006. Computação Pervasiva: como Programar Aplicações. In: X SIMPOSIO BRASILEIRO DE LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO (SBLP), 2006, Itatiaia, RJ. Anais... [S.l.]: SBLP, 2006.

AUGUSTIN, I.; YAMIN, A.; GEYER, C. F. R. Managing the follow-me semantics to build large-scale pervasive applications. In: Proceedings of the 3rd International Workshop on Middleware for Pervasive and Ad-Hoc Computing, 2005, France, p. 1-8.

BARDRAM, J. E. Hospitals of the Future: Ubiquitous Computing Support for Medical Work in Hospitals. In: Proceedings of the 5th International Conference in Ubiquitous Computing, 2003, USA.

BARDRAM, J. E.; CHRISTENSEN, H. B. 2007. Pervasive Computing Support for Hospitals: An overview of the Activity-Based Computing Project. *IEEE Pervasive Computing*, vol. 6, issue 1, p. 44-51, 2007.

BONSOR, K. How Facial Recognition Systems Work. HowStuffWorks.com, c/o Convex Group, Inc., One Capital City Plaza, 3350 Peachtree Road, Suite 1500, Atlanta, GA 30326, 2006.

CAPPELLI, R.; MAIO, D.; MALTONI, D.; NANNI, L. A two-stage fingerprint classification system. Proceedings of the 2003 ACM SIGMM workshop on Biometrics methods and applications, 2003.

Consumer Electronics Association (CEA). Comparison of Data Matrix and QR Code. Technical report. 2001.

DARIANIAN, M.; MICHAEL, M. P. A low power pervasive RFID identification system for medication safety in hospital or home Tele-care. International Symposium Wireless Pervasive Computing 2008, Proceedings on 3rd ISWPC 2008, pp. 143–146, 2008.

DEY, A.; ABOWD, G., The Context Toolkit: Aiding the Development of Context- Aware Applications, In Proceedings of Human Factors in Computing Systems: CHI 99, Pittsburgh, PA: ACM Press, pp.434-441. (2006).

ELSHERIEF, S.M.; ALLAM, M.E.; FAKHR, M.W.; Biometric Personal Identification Based on Iris Recognition. Computer Engineering and Systems, the 2006 International Conference on , vol., no., pp.208-213, 5-7 Nov. 2006.

ENGLISH, A; MEANS, C; GORDON, K; GOETZ, K. Biometrics: A Technology Assessment. Ball State University, IN 47306, 2006.

FERREIRA, Guiliano G. L. Adicionando ao Middleware Exehda o Suporte a Aplicações Orientadas a Atividades Humanas. 2009a. 103f. Monografia (Mestrado em Computação) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2009.

FERREIRA, Giuliano L.; SILVA, Fábio L.; LIBRELOTTO, Giovani R. and AUGUSTIN, Iara. 2009b. Middleware for Management of End-user Programming of Clinical Activities in a Pervasive Environment. In: In: 2009 Workshop on Middleware for Ubiquitous and Pervasive Systems, Fourth International Conference on Communication System Software and Middleware. WMUPS 2009.

FERREIRA, Giuliano L.; SILVA, Fábio L.; LIBRELOTTO, Giovani R. and AUGUSTIN, Iara. 2009c. Adaptando o Middleware EXEHDA para o Tratamento de Atividades Clínicas. In: XXXV Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI 2009). CLEI.

FIORIN, A. Modelo de aquisição de Contexto Afetivo baseado em autoanálise, classificação de tarefas e aspectos do estresse para a arquitetura ClinicSpace. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brazil, 2012.

GAMMA, E. et al. Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software. Addison Wesley, USA, 1995.

GAO, J. Z.; PRAKASH, L.; JAGATESAN, R. Understanding 2D-barcode technology and applications in m-commerce – design and implementation of a 2D barcode processing solution. In Proceedings of 31st Annual International on Computer Software and Applications Conference. Pp. 49-56. Beijing, China. 2007.

GARLAN, D.; SIEWIOREK, D.; SMAILAGIC, A.; STEENKISTE, P. Project Aura: Toward Distraction-Free Pervasive Computing, IEEE Pervasive Computing, v.1 n.2, p.22-31, April 2002.

GOOGLE. ZXing: Multi-format 1D/2D barcode image processing library. In: <http://code.google.com/p/zxing/>. 2011.

HARIPRASATH, S.; PRABAKAR, T.N. Multimodal biometric recognition using iris feature extraction and palmprint features. Advances in Engineering, Science and Management (ICAESM), 2012 International Conference on , vol., no., pp.174-179, 2012.

HENRICKSEN, K., INDULSKA, J. and RAKOTONIRAINY A. Modeling Context Information in Pervasive Computing Systems. 1st International Conference on Pervasive Computing. In: Lecture Notes in Computer Science, Volume 2414, pp. 167-180. Springer, 2002.

ISO/IEC 18004:2006 - Information Technology – Automatic Identification and Data Capture Techniques - Bar Code Symbology - QR code, 2006.

ISO/IEC 16022:2006 - Information Technology – Automatic Identification and Data Capture Techniques - Bar Code Symbology - DataMatrix, 2006.

JUELS, A. RFID Security and Privacy: A Research Survey. Journal of Selected Areas in Communication (J-SAC), 24(2):381-395, 2006.

KATO, H.; KENG, T. T. Pervasive 2D barcodes for Camera Phone Applications. IEEE Pervasive Computing 6(4): 76-85. 2007

KIM, D.; MUN, Y. Design and Performace Analysis of Multimedia Teachware Making System Using 2D barcode. In: Proceedings of ICCSA'2006 on Computation Science and its Applications, pp 195-203. 2006.

KIESEBERG, P.; LEITHNER, M.; MULAZZANI, M.; MUNROE, L.; SCHRITTWIESER, S.; SINHA, M.; WEIPPL, E. QR Code Security. Proceedings of 8th International Conference on Advances in Mobile Computing and Multimedia, pp. 430-435, 2010.

KLOSTERMAN, A.; GANGER, G. Secure continuous biometric-enhanced authentication. Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA. 2000.

KONG, A.; ZHANG, D.; KAMEL, M. A Survey of Palmprint Recognition. Pattern Recognition, v.42 n.7, p.1408-1418, 2009.

KOUNOUDIS, A.; KEKATOS, V.; MAVROMOUSTAKOS, S. Voice Biometric Authentication for Enhancing Internet Service Security. Information and Communication Technologies. ICTTA '06, vol.1, pp.1020-1025, 2006

KROTH, M. L. Serviço de Colaboração para a Arquitetura ClinicSpace. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brazil, 2011.

KUMAR, A.; WONG, D. C. M.; SHEN, H. C.; JAIN, A. K. Personal Verification using Palmprint and Hand Geometry Biometric. Proceedings of 4th International Conference on Audio- and Video-Based Biometric Person Authentication (AVBPA), pp. 668-678, 2003.

LAERUM, H; FAXVAAG, A. Task-oriented evaluation of electronic medical records systems: development and validation of a questionnaire for physicians. In: BMC Medical Informatics and Decision Making,1. p. 1-16.3, 2004.

LANGHEINRICH, M. RFID and privacy. In: Petkovic M, Jonker W (eds) Security, privacy, and trust in modern data management. Springer, Heidelberg, pp 433–450, 2007.

LANGHEINRICH, M. A survey of RFID privacy approaches. *Personal and Ubiquitous Computing*, v.13 n.6, p.413-421, 2009.

MACHADO, A. Associação do Contexto de Interesse do Usuário às Atividades Clínicas na Arquitetura ClinicSpace. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brazil, 2010.

MARAN, V. Um Serviço de Persistência de Contexto e Seleção Contextualizada de Documentos para a Arquitetura ClinicSpace. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. 2011.

MARKLS, D.; ALUR, D.; CRUPI, J. *Core J2EE Patterns: Best Practices and Design Strategies* ISBN: 8535212728, 2004.

O'HARA, K.; KINDBERG, T. Understanding user engagement with barcoded signs in the 'Coast' location-based experience. *J Locat Based Services* 1(4):256-273. doi:10.1080/17489720802183423. 2007.

ORTEGA-GARCIA, J.; BIGUN, J.; REYNOLDS, D.; GONZALEZ-RODRIGUEZ, J. Authentication Gets Personal With Biometrics. *IEEE SIGNAL PROCESSING MEGAZINE*. 2004.

PENTEADO, B.E.; MARANA, A.N. A Video-Based Biometric Authentication for e-Learning Web Applications. In *ICEIS*, p. 770-779, 2009.

RAUTENBERG, S.; TODESCO, J.; STEIL, A.; GAUTHIER, F. Uma Metodologia para o Desenvolvimento de Ontologias Em: *Revista Ciências Exatas e Naturais - RECEN* -ISSN

2175-5620, Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO/PR, BRASIL. Vol. 10 No. 2, 2008.

REILLY, D.; SMOLYN, G.; CHEN, H. Toward fluid, mobile, and ubiquitous interaction with paper using recursive 2D barcodes. *Pervasive Mobile Interaction Devices 2007 (PerMID 2007)*, workshop at Pervasive 2007, Toronto, Canada, 2007.

REKIMOTO, J.; AYATSUKA, Y. CyberCode: designing augmented reality environments with visual tags. In: *Proceedings of DARE'2000 on designing augmented reality environments*, Elsinore, Denmark, April 2000, pp 1–10. doi:10.1145/354666.354667. 2000.

RIZZETTI, T. Framework para gerenciamento e personalização de contexto orientado a tarefas. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil, 2009.

ROUILLARD, J. Contextual QR codes. *The Third International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology, ICCGI 2008*. Athens, Greece, 2008.

ROUILLARD, J.; LAROUSSE, M. PerZoovasive: Contextual Pervasive QR codes as Tool to Provide an Adaptative Learning Support. In *CSTST '08: Proceedings of the 5th international conference on Soft computing as transdisciplinary science and technology*, pp. 542-548. doi: 10.1145/1456223.1456332. 2008.

SAKAMURA, K.; KOSHIZUKA, N. Ubiquitous computing technologies for ubiquitous learning. *Wireless and Mobile Technologies in Education, 2005. WMTE 2005. IEEE International Workshop on* , vol., no., pp. 11- 20, 28-30, 2005.

SILVA, Fábio L. ClinicSpace: Modelagem de uma Ferramenta-Piloto para Definição de Tarefas Clínicas em dicionando ao Middleware Exehda o Suporte a Aplicações Orientadas a Atividades Humanas. 2009a. 98f. Monografia (Mestrado em Computação) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2009.

SILVA, Fábio L.; FERREIRA, Giuliano L.; RIZZETTI, Tiago A.; LIBRELOTTO, Giovanni R. and AUGUSTIN, Iara. 2009b. Ferramenta para a Programação pelo Usuário-Final de Tarefas Clínicas em um Ambiente de Saúde Ubíquo. In: XXXV Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI 2009).

SOUSA, J.; GARLAN, D. Aura: An architectural framework for user mobility in ubiquitous computing environments, The Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture (WICSA) 2002.

SOUZA, M. V. B. Inferência de Atividades Clínicas na Arquitetura ClinicSpace a partir de Propriedades do Contexto. 2010. 103f. Monografia (Mestrado em Computação) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2010.

VACCA, R. J. Biometric Technologies and Verification Systems. Butterworth-Heinemann Newton, MA, USA, p. 83. 2007

VICENTINE, C. PEHS: Arquitetura de um Sistema Pervasivo de Informação em Saúde Orientado às Atividades Personalizadas pelo Usuário Clínico. Dissertação de mestrado. Santa Maria, RS, Brasil, 2010.

YAMIN, Adenauer et al. EXEHDA: adaptive middleware for building a pervasive grid environment. In: Frontiers in Artificial Intelligence and Applications: Self-Organization and Autonomic Informatics (I), vol. 135. Amsterdam: IOS Press, p. 203-219. 2005.

WEISER, M. The Computer of 21st Century, In: Scientific American, 1991, p 3-11.

ZHANG, D.D. Biometrics Solutions for Authentication in an E-World. Norwell, MA: Kluwer, 2002.

ZUNKEL, R.L. Hand Geometry Based Verification. Biometrics, pp. 87-101, 2002.