

Ferramenta para Definição de Contexto pelo Usuário-Final na Programação de Tarefas Clínicas em um Sistema de Saúde Pervasivo

Alencar Machado¹, Giovani Rubert Librelotto¹, Iara Augustin¹

¹Universidade Federal de Santa Maria

Caixa Postal 97015-900 – Santa Maria – RS - Brasil

alencar.ufsm@gmail.com {librelotto, august}@inf.ufsm.br

Abstract. *This article presents the creation of a model of context in pervasive healthcare systems and offers a diagram of the clinical context. It demonstrates a way to solve the existing problem in context-aware systems to define what is relevant to the pervasive environment. It also offers a tool to support context modeling in a graphical form, allowing the User to tell which contextual elements are important for a given clinical task (pervasive applications that help the clinician to conduct its activities) which will run. The applicability is in the clinical setting, where the tool generates the code context for the tasks performed in clinical ClinicSpace.*

Resumo. *Este artigo apresenta a criação de um modelo de contexto em sistemas de saúde pervasivos e propõe um diagrama de contexto clínico. Demonstra uma forma de como solucionar o problema existente em sistemas cientes de contexto para definir os elementos de contexto que são relevantes para a aplicação pervasiva. Apresenta também uma ferramenta para auxiliar a modelagem do contexto de forma gráfica, possibilitando que o usuário-final informe quais elementos de contexto são importantes para uma determinada tarefa clínica (aplicações pervasivas que auxiliam o clínico a realizar suas atividades). A aplicabilidade está no contexto clínico, onde a ferramenta gera o código de contexto para as tarefas clínicas executadas sob controle da arquitetura ClinicSpace.*

1. Introdução

Uma das grandes áreas para aplicação de resultados da pesquisa em computação pervasiva é a Saúde, pela inerente natureza de suas atividades, onde o mundo físico deve fornecer automaticamente as informações aos sistemas informatizados [Christensen and Bardram 2007]. O sistema de saúde do futuro prevê o uso de tecnologias da computação pervasiva formando um espaço inteligente, reativo e pró-ativo, onde dispositivos móveis e fixos estão totalmente integrados ao ambiente com objetivo de captar informações do meio físico e transmitir as alterações detectadas para os sistemas de gerenciamento de informações, os quais tomarão decisões e adaptarão às situações detectadas. Estudos revelam que a Computação Ubíqua na Saúde (pHealth ou UbiHealth) oferece vantagens competitivas aos provedores de serviços de saúde; em particular, aumenta a eficiência do serviço; a qualidade e melhora o gerenciamento da relação com o paciente [Varshney 2003].

Em ambientes clínicos, as características do ambiente (objetos, suas informações

e seus relacionamentos) se tornam ponto-chave para diversas questões de um sistema pervasivo. Para se definir um sistema pervasivo é necessário que este esteja centrado no usuário-final (nesse caso, clínicos) e forneça suporte às tarefas de seu trabalho diário/cotidiano, equilibrando a pró-atividade (agir em nome do usuário) com a personalização (forma individual de cada um realizar sua atividade) [Christensen and Bardram 2007].

Nesse cenário, uma pesquisa sendo desenvolvida no escopo do projeto ClinicSpace visa propor componentes para a modelagem do contexto clínico no âmbito da computação Ubíqua em Saúde e desenvolver uma ferramenta que possibilite ao usuário-final declarar o contexto de sua atividade de forma gráfica, permitindo ao sistema de suporte a geração automática de código para o gerenciamento das aplicações na arquitetura *ClinicSpace* [Ferreira *et al.* 2009]. Assim, a aplicação pervasiva reconhece somente elementos de contexto relevantes, além dos obrigatórios (já previstos na aplicação) para execução de sua atividade diária. Dessa forma, procura-se reduzir a rejeição encontrada no uso de sistemas computacionais hospitalares devido à participação ativa do usuário na própria modelagem do sistema que executará e o auxiliará em suas atividades.

A arquitetura ClinicSpace, para a programação e o gerenciamento das tarefas, é organizada em níveis que refletem as visões do sistema: (i) nível superior, composto pelo usuário-final (clínico) que interage com a ferramenta para (re)definir suas tarefas e o contexto em que executarão de forma reativa – disparadas por alterações no estado do contexto; (ii) nível intermediário, composto pelo mapeamento e conversão das tarefas definidas pelo usuário e pelo gerenciamento destas; (iii) nível inferior, composto pelo conjunto de serviços do *middleware* EXEHDA [Yamin 2005] para o gerenciamento do ambiente pervasivo e de suporte à execução das aplicações.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: na seção 2 apresenta alguns conceitos da computação ubíqua/pervasiva; a seção 3 discute a modelagem de contexto; a seção 4 discute às formas de associação do contexto às atividades/tarefas clínicas; a seção 5 descreve as formas de modelagem de contexto clínico; a seção 6 apresenta a ferramenta proposta. Na sequência, o estudo de caso realizado é descrito na seção 7. Antes da conclusão, a seção 8 apresenta os trabalhos relacionados.

2. Computação Ubíqua/Pervasiva

A computação ubíqua, proposta por Weiser, leva em consideração que o ambiente computacional não deve impor restrições ao usuário para utilizar determinado recurso [Weiser 1991]. Prevê-se que, no futuro, a computação será invisível e onipresente, todos os lugares estarão repletos de sensores monitorando o ambiente. Este é um modelo reverso ao da realidade virtual, onde o real é projetado no virtual; na computação ubíqua, o virtual projetado no real, de forma a auxiliar as pessoas em seu dia-a-dia, com uma computação adaptável ao contexto do usuário.

Uma das principais subáreas de pesquisa da computação ubíqua é a computação ciente do contexto (*context-aware computing*). A proposta desta é elaborar uma maneira de coletar dados automaticamente para dispositivos computacionais capazes de refletir as condições atuais do usuário, do ambiente no qual o mesmo se encontra e do próprio dispositivo utilizado, considerando tanto suas características de *hardware*, como também de *software* e de comunicação. Tais entradas são chamadas elementos de *contexto*.

Dey [1999] define contexto como 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, incluindo, o próprio usuário e aplicação. Desta forma, toda informação somente é útil, quando há relação entre ela e um contexto específico.

A definição de Dey é a mais utilizada na bibliografia por ser a mais abrangente e dinâmica considerando aplicações, objetos e suas relações. Porém, a visão de Augustin et al [2006] para o contexto é a que mais se encaixa com esse trabalho, onde o contexto é definido como toda informação relevante para a aplicação que pode ser obtida por ela, podendo se referir a informações ambientais (recursos físicos), funcionais (recursos lógicos) ou comportamentais (perfil do usuário).

Um dos desafios da Computação Ciente do Contexto é interpretar a grande quantidade de informação disponível e conseguir determinar ações a partir da interpretação dessas informações. Atualmente, o desenvolvimento de aplicações cientes do contexto é uma tarefa complexa e trabalhosa. Essa situação pode ser melhorada com o desenvolvimento de uma infra-estrutura de suporte às tarefas comuns do desenvolvimento de aplicações cientes do contexto, modelagem do contexto e tratamento das informações [Henricksen et al. 2002].

A pesquisa de Strang and C.L-Popien [2005] descreve seis critérios para uma modelagem de contexto: composição distribuída, validação parcial, riqueza e qualidade de informação, incompleto e ambíguo, nível de formalismo e aplicabilidade para ambientes existentes.

Esses critérios foram aplicados em modelagens de contexto conhecidas, para realizar uma comparação mais precisa entre elas. Os tipos de modelagens selecionados foram: (a) modelo chave-valor, onde o contexto é descrito como um conjunto de pares; (b) modelos baseados em marcação, os quais utilizam linguagens como XML para representar contexto de uma forma hierárquica; (c) modelos baseados em lógica, utilizando a lógica de predicados como representação do contexto; (d) modelos baseados em orientação a objetos; (e) modelagem gráfica, utilizando abordagem similar a UML para modelar o contexto; e (f) modelos baseados em ontologias, os quais utilizam recursos de ontologias para descrever um ambiente e construir um conhecimento inferindo raciocínio em um domínio ontológico.

Como demonstrado por Strang and C.L-Popien [2005], a modelagem baseada em ontologias atingiu uma maior satisfação dentre os requisitos elencados. Contudo, o uso da sua representação aliada com a representação gráfica de contexto, o torna mais visível. Nesta pesquisa, utilizam-se as quatro principais formas de modelar o contexto (esquema de marcação, orientação a objetos, gráfico e ontológico), as quais contemplam o maior número de requisitos. Assume-se que a junção das melhores formas de modelar o contexto apresenta um resultado mais satisfatório e robusto.

3. Contexto associado a Atividades/Tarefas Clínicas

O termo Atividade refere-se ao processo realizado por humanos de forma colaborativa, coordenada, distribuída, em um espaço determinado. A teoria identifica seis componentes na atividade humana: sujeito, objeto, ferramentas, regras, comunidade e colaboração [Lorenzi et al. 2009]. Aplicando ao ambiente clínico o modelo genérico proposto pela teoria da atividade tem-se o usuário clínico atuando como o sujeito, que

tem por objetivo diagnosticar e/ou tratar o paciente que atua como objeto da tarefa. Para realizar sua atividade, o clínico utiliza as ferramentas de mediação, as quais consistem em registros, procedimentos, equipamentos e recursos, os quais propiciam a execução da tarefa. Essa mediação, geralmente, segue regras especificadas através de guias clínicos. A tarefa é executada no ambiente clínico, sendo esta a sua comunidade, onde há uma diversidade de profissionais que, normalmente, realizam uma divisão do trabalho para a realização de uma tarefa.

Na arquitetura ClinicSpace, as atividades são decompostas em tarefas e subtarefas (as subtarefas mais básicas são as associadas às aplicações computacionais), e seguem a forma particular de cada indivíduo realizá-la (personalização). As tarefas tem descrição ontológica [Librelotto et al, 2009], e são implementadas diretamente como objetos Java, gerenciados pelo ambiente pervasivo definido pela arquitetura ClinicSpace[Ferreira *et al.* 2009]. Na descrição ontológica de cada tarefa é especificado o Contexto da Tarefa, o qual é responsável por manter os contextos associados às tarefas, sejam eles obrigatórios, essenciais para a execução da tarefa, ou opcionais.

Na figura 1 é demonstrada a ontologia que descreve toda semântica envolvida em uma tarefa (ontologia gerada através do Protégé 3.4), particularmente observamos o atributo *contexto*, onde são categorizados em elementos obrigatórios para execução da tarefa e elementos opcionais, os primeiros correspondem a identificadores básicos (tempo, localização, espaço e usuário), sem os quais a tarefa como modelo computacional não é capaz de ser executada.

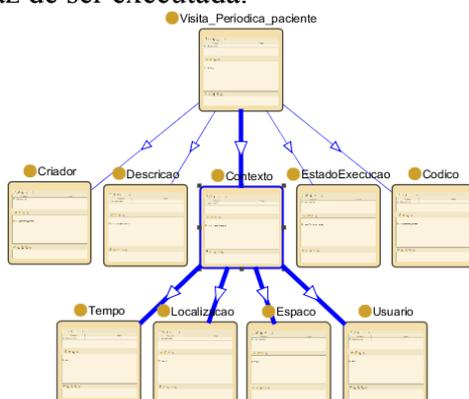


Figura 1 Ontologia de uma Tarefa composta por elementos de Contexto

O contexto obrigatório é formado por usuários, localização, tempo e espaço. Além disso, podem integrar a noção de contexto informações sobre outras pessoas (pacientes e profissionais) próximas ao usuário e informações do ambiente clínico, os quais são contextos personalizados pelo usuário e associados às tarefas. Devido a complexidade de definição do que é contexto para tarefas clínicas (usuários podem ter definições diferentes baseado em sua experiência, especialidade de forma particular de agir), os elementos de contextos para um ambiente hospitalar pervasivo foram pesquisados neste trabalho e associados às tarefas como forma de possibilitar que o próprio clínico possa definir tipos de contextos que sua tarefa deva reconhecer.

4. Metodologia para a Modelagem de Contexto em um Ambiente Pervasivo

O contexto clínico até o momento está vinculado às entidades *médico*, *paciente*, *sensor*, *dispositivo*, *espaço*, *atividades* ou *tarefas*, *recursos* e *tempo*, informações *temporais*,

atemporais e deduzidas. Levam-se em conta as informações coletadas pelos sensores, informações disponibilizadas pelo sistema eletrônico de saúde (pEHR – *pervasive Electronic Health Record*) e informações deduzidas através da composição das duas informações conhecidas.

Os principais elementos de contexto são *médico* e sua *atividade*, é através dessas duas entidades que todos os outros elementos de contexto são relacionados. O *médico* contendo uma *atividade* ao qual vai executar, interage com o sistema pervasivo através de um *dispositivo* (móvel ou não) em um *espaço* pervasivo, tal espaço disponibiliza para o *dispositivo* utilizado *recursos* (impressoras, rede wireless ...), o *espaço* pervasivo está repleto de *sensores*, os quais monitoram as entidades existentes no ambiente. Tais *sensores* contem *atuadores*, que possibilitam criar filtros para as informações obtidas, vindo assim a disparar ações automáticas pré-definidas anteriormente. *Sensores* também estão vinculados a *médico* e *paciente*, pois monitoram suas funções vitais (temperatura, pressão, batimentos cardíacos ...). O *tempo* somente existe quando a atividade que o médico vai realizar é executada.

4.1. Informações do contexto

As características das informações de contexto estão vinculadas a informações temporais (sentidas e informadas), informações atemporais (histórica e estática) e informações deduzidas (extraída da composição das duas primeiras) [Henricksen et al. 2002].

As informações temporais variam constantemente de acordo com a relação existente entre as entidades, pois tem um período de validade (vida). Por exemplo, um médico está na sala de pronto atendimento. Esta informação só é útil enquanto a informação “médico saiu da sala” não for verdadeiro. Contudo, as informações históricas de contexto podem ser levadas em consideração para geração de módulos pró-ativos vindo a inferir futuros contextos.

As informações atemporais são informadas através de sistemas eletrônicos de saúde, as quais disponibilizam as informações das entidades, como os dados pessoais de um paciente, descrição de um dispositivo entre outras. São informações estáticas que possivelmente não mudam durante um período grande de tempo.

As informações deduzidas são criadas a partir da interpretação do conjunto de informações temporais e atemporais. Estas informações são úteis para sistemas que necessitam de informações geradas a partir de uma dedução lógica das informações oriundas do contexto corrente (inferência). A representação das informações contextuais é uma das principais dificuldades encontradas para a modelagem de contexto.

4.2. Modelo de contexto proposto para ambientes clínicos

A modelagem proposta para o ambiente clínico é demonstrada na figura 2 onde é ilustrada uma representação genérica de um contexto clínico. O diagrama gerado leva em conta as relações existentes entre as entidades e as informações geradas por elas para a utilização do contexto. Para que seja possível informar as características de cada entidade, foi utilizado o diagrama de classe UML vinculado à representação gráfica de cada entidade do contexto clínico.

Na figura, percebe-se as relações entre os elementos de contexto, onde paciente e médico são uma derivação de pessoa, a qual está localizada em um espaço pervasivo

monitorado por sensores. O médico tem uma atividade a realizar neste espaço e, para isso, utiliza algum dispositivo (móvel ou fixo) com recursos obtidos no ambiente, os quais são disponibilizados de acordo com o seu perfil.

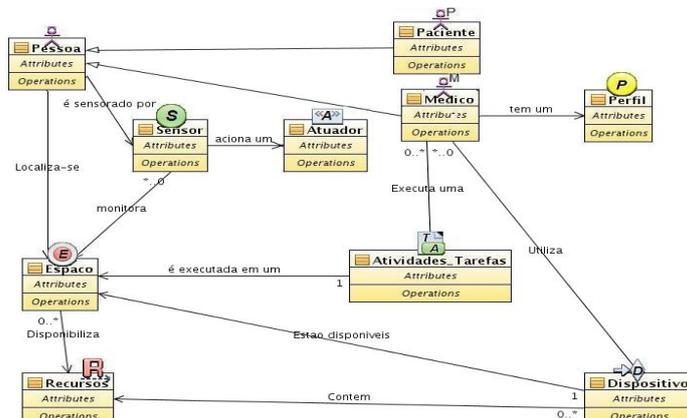


Figura 2. Modelagem genérica do contexto clínico

A modelagem do contexto onde a aplicação pervasiva irá executar é necessária para que a mesma reconheça todos os elementos de contextos existentes em um espaço pervasivo que são relevantes para ela (aplicação pervasiva). A criação de uma ferramenta para modelagem de contexto ajuda a alavancar a área de engenharia de *software* em computação ubíqua, sendo a ferramenta capaz de integrar esse contexto modelado em uma aplicação pervasiva, evita um *overhead*, pois possibilita que a aplicação conheça quais entidades de um ambiente deverá levar em conta, quando sua execução distribuída estiver monitorando uma atividade em um ambiente específico.

5. Ferramenta para Modelagem de Contexto Orientado a Tarefas Clínicas

A concepção da ferramenta foi feita através da construção de uma aplicação desenvolvida em Java, através dos componentes visuais *Swing*. Tal ferramenta utiliza uma interface gráfica amigável para usuários que já estejam familiarizados com outras ferramentas de geração de código UML padrão. A linguagem Java foi utilizada por possibilitar uma independência de plataforma, a geração de documentação e sua ampla utilização na área acadêmica.

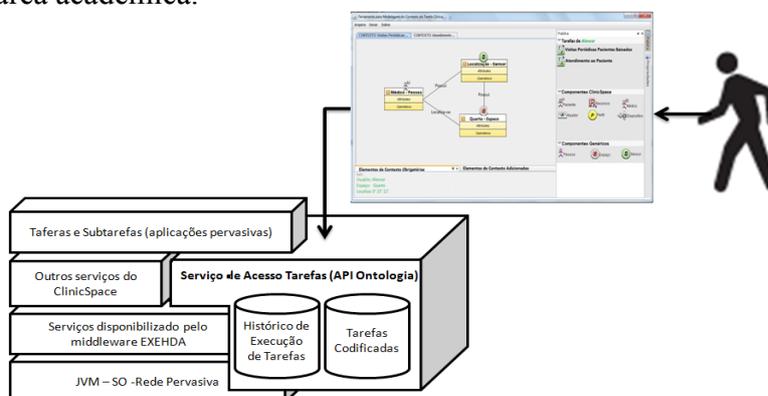


Figura 3. Arquitetura da Ferramenta de Modelagem de Contexto Clínico

A figura 3 ilustra a interação da ferramenta dentro da arquitetura ClinicSpace, mais estritamente a relação com o Serviço de Acesso a Tarefas, onde se encontra o

repositório ontológico das tarefas definidas pelo usuário clínico. Após a reestruturação do contexto para uma tarefa específica, a ferramenta altera a descrição ontológica da tarefa, especificamente no atributo semântico do contexto e altera seu código, para a futura execução adaptativa ao contexto pelo ClinicSpace.

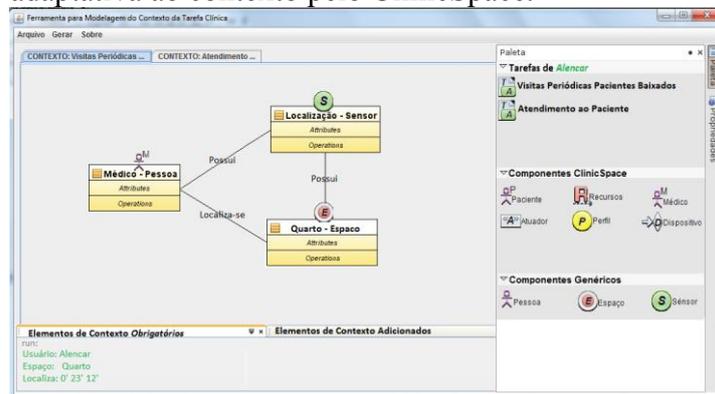


Figura 4. Ferramenta de Modelagem de Contexto para Tarefas Clínicas

A Figura 4 apresenta a tela inicial da ferramenta associada às tarefas clínicas. Na parte superior direita da tela está a palheta contendo as tarefas modeladas anteriormente pelo médico, através da ferramenta de edição de tarefas[Lorenzi et al. 2009]. São nestas tarefas que o médico associará caso desejado, mais elementos de contexto. Na parte inferior direita da tela, está a palheta contendo os elementos de contextos obrigatórios e opcionais. Para que seja possível editar as propriedades dos componentes, é necessário que o mesmo seja selecionado com o *mouse*. Ao selecionar a entidade, aparecem as setas de possíveis relacionamentos entre as entidades. Na parte central, encontra-se a modelagem do contexto obrigatório para a tarefa de visitas periódicas a pacientes baixados, e os elementos de contexto associados à tarefa. Na parte inferior da ferramenta, encontram-se duas abas, as quais informam respectivamente os elementos obrigatórios (informados durante a criação da tarefa) para a tarefa em particular e os novos elementos de contexto adicionados à tarefa.

A ferramenta também torna possível vincular contextos opcionais às tarefas, além dos contextos obrigatórios (usuário, localização, tempo e espaço) existentes. A aplicação carrega as tarefas modeladas pelo médico e apresenta o contexto de forma gráfica, assim habilitando os elementos de contexto opcionais para que o médico possa integrar a essa tarefa. Ele (médico) atribui relações entre as entidades e delimita o que será coletado do ambiente, vindo assim a formar um contexto personalizado de acordo com sua necessidade e forma de realizar a ação profissional.

A ferramenta proposta utiliza quatro dos principais modelos estudados na seção 3, desenvolvida em Java, possibilita o acesso às informações de contexto polimorficamente através do conceito de interfaces, levando em consideração a herança das entidades. Possibilita também o modelo gráfico para uma melhor representação visual do contexto, e por fim modifica a descrição ontológica do contexto correspondente.

6. Estudo de Caso - Cenários de Utilização da Ferramenta

O primeiro estudo de caso consiste na alteração do contexto de uma tarefa, realizada pelo usuário-final através da ferramenta de modelagem de contexto. A tarefa é uma visita de rotina do médico a um paciente baixado no hospital, em um quarto com

mais pacientes. Neste caso, o médico modela a atividade de visita periódica a um paciente, através da ferramenta de edição de tarefas [Lorenzi et al. 2009] e altera o contexto da tarefa adicionando elementos opcionais de contexto, utilizando para isso a ferramenta de modelagem proposta. O contexto obrigatório para a tarefa é carregado do repositório ontológico, a qual consta o médico (usuário) e o espaço (contendo os recursos disponíveis e a localização)

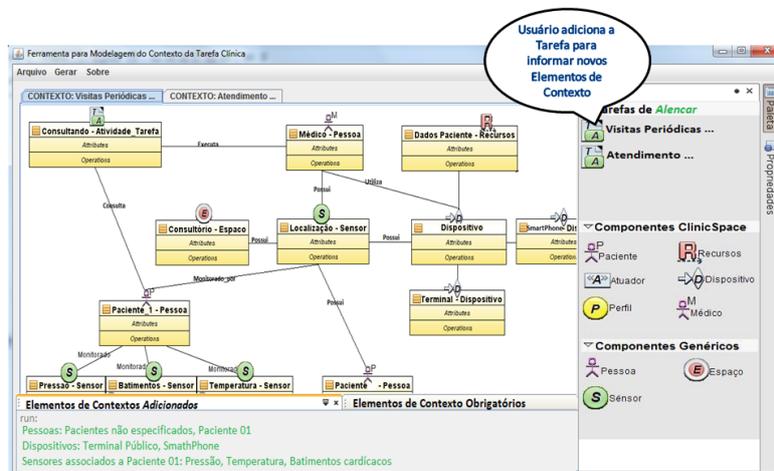


Figura 5. Médico editando a tarefa para atribuir elementos de contextos

A Figura 5 apresenta o contexto remodelado pelo médico, onde o médico informa que existem pacientes no contexto da tarefa e associa o paciente 01 à atividade corrente, porém informa que existem mais pacientes no mesmo espaço pervasivo, deixando a cargo do ClinicSpace filtrar as informações do paciente que sejam sigilosas e não devem ser mostradas em dispositivos do tipo terminal público, pois outras pessoas poderiam visualizá-las (ação adaptativa ao contexto). Também informa duas possibilidades de acessar as informações desejadas no momento de realização da tarefa, os quais são, pelo terminal público disposto no quarto e por um dispositivo móvel do tipo SmartPhone. Associa sensores de pressão, batimentos cardíacos e temperatura ao paciente, pois é de procedimento correto que essas informações sejam detectadas.

Após a remodelagem do contexto para a tarefa, a ferramenta altera a descrição ontológica do contexto para essa tarefa e altera o código vinculado à tarefa para a sua execução adaptativa pelo ClinicSpace.

Quando a tarefa é iniciada pelo seu dono (médico), na arquitetura ClinicSpace através do SCT (Serviço de Contexto da Tarefa [Ferreira et al. 2009]) lê a ontologia da tarefa onde consta o contexto. Através da descrição do contexto, o ClinicSpace aciona o SRCA (subsistema de reconhecimento de contexto e adaptação) do EXEHDA [Yamin 2005], o qual gerencia todos os sensores do ambiente e identifica os elementos de contexto presentes.

Cada elemento de contexto físico existente no ambiente tem um ID (identificador) vinculado a um sensor, desta forma é possível buscar seus dados existentes no subsistema pEHS e disponibilizar a tarefa.

O SCT aciona os sensores existentes no ambiente para detectar a existência de dispositivos informados na modelagem do contexto da tarefa. No caso do cenário proposto, o ClinicSpace se adaptará a dois tipos de dispositivos (PC, smathphone) para apresentar as informações ao médico. Através do sensor de localização ou identificação

acoplado ao paciente, é buscado seu histórico para possíveis consultas às informações, considerando que as informações apresentadas levam em conta o perfil do médico. Através do *Espaço* são carregados os recursos disponíveis, no local onde o dono da tarefa se encontra.

Desta forma o ClinicSpace reconhece o contexto informado pelo usuário e executa a tarefa de forma adaptativa levando em consideração as alterações no ambiente pervasivo, assim o sistema tem um comportamento personalizado relativo às atividades realizadas pelo profissional de saúde.

7. Trabalhos relacionados

O projeto *Activity-Based Computing* [Christensen and Bardram 2007] apresenta uma proposta para utilização de Computação baseada em Tarefas destinada a Ambientes de Saúde. ContextUML [Sheng 2005] é uma linguagem baseada em UML para a formalização de aplicações sensíveis ao contexto. Em Henrickesen and Indulska [2006], propõe-se um *framework* para o suporte ao desenvolvimento e a modelagem de contexto, através de uma modelagem gráfica composta por elementos e entidades não oriundas da notação UML. No projeto ISAM [Augustin et al. 2006] é apresentada uma modelagem de contexto para ambientes pervasivos, o qual disponibiliza formas de execução adaptativa.

Os autores sugerem que seus modelos podem ser usados em qualquer tipo de aplicação ciente do contexto, mesmo contendo uma modelagem que se aplica a um domínio específico. Levando em conta trabalhos já realizados, esta pesquisa parte de uma arquitetura especializada para outra mais genérica, vindo a suprir atualmente uma modelagem de contexto clínico e, após está definição, prevê-se um modelo mais abrangente que contemple outros domínios de contexto. Contudo, este trabalho ajuda a definir padrões para a modelagem de contexto, os quais até o momento ainda estão sendo pesquisados e inova pois permite que o usuário tenha domínio sobre a declaração do contexto para o sistema de suporte às suas atividades. Essa abordagem não foi encontrada em nenhum trabalho pesquisado.

8. Conclusão

A modelagem de contexto está listada entre os principais desafios vinculados à Computação Ubíqua, a qual está ainda caminhando para a construção de padrões que a viabilizem em sua ampla utilização. A definição de como modelar sistemas pervasivos se torna necessário para esse fim. A construção de uma ferramenta para viabilizar o desenvolvimento da modelagem de contexto vinculado às atividades do usuário-final para sistemas pervasivos ajuda a alavancar a construção desses sistemas.

Nesse sentido, apresentou-se uma proposta para geração de diagramas na construção de contexto clínico, bem como a implementação de uma ferramenta que viabiliza a geração gráfica do contexto, juntamente com a vinculação da geração de código diretamente a uma aplicação pervasiva direcionada às atividades clínicas. A ferramenta se mostrou muito útil, pois tira a complexidade da geração de código e permite que usuários não programadores possam gerar código de contexto para aplicações pervasivas de saúde. Isso fornece ao usuário a possibilidade de informar ao sistema qual contexto é necessário para a atividade corrente, diminuindo o *overhead* da aplicação em busca de dados não necessários para uma determinada atividade. Acredita-se que ao dar ao usuário o controle de adequação do sistema, que atua de forma pró-

ativa, a ele diminui-se a rejeição a sistemas na saúde.

Como trabalhos futuros, prevê-se a modelagem de contexto de uma forma mais genérica para suprir as necessidades de outros tipos de aplicações pervasivas como casas inteligentes e ambientes educacionais. Além disso, outra questão é trabalhar com o conceito de contextos compostos, resultado final da composição de dois ou mais contextos. É relevante também como trabalho futuro uma pesquisa sólida em Interface Homem Computador para criação de formas de apresentação de contexto para o usuário-final.

Referências Bibliográficas

Weiser, Mark. (1991) “The Computer of the 21st Century. Scientific American” vol.265, n.9.

Ferreira, G., Librelotto, G., Silva, L., Yamin, A., (2009). “Middleware for management of end-user programming of clinical activities in a pervasive environment” In Workshop on Middleware for Ubiquitous and Pervasive Systems, Vol.389, pp.07–12.

Augustin, I., Yamin, A., Silva, L., Real, R., Frainer, G., Geyer, C., (2006) “ISAMadapt: Abstractions and Tools for Designing General-Purpose Pervasive Applications. Software” - Practice & Experience

Dey, A., and Abowd, G., (2006) “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.

Henricksen, K., Indulska, J., and Rakotonirainy, A., (2002) “Modeling context information in pervasive computing systems” In: Proceedings of 1st International Conference on Pervasive Computing, Springer, pp.167-180

Yamin, A., and Augustin, I., (2005) “EXEHDA: adaptive middleware for building a pervasive grid environment” *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications - Self-Organization and Autonomic Informatics (I)*, volume 135. s.l. : IOS Press. pp 203-219.

Sheng Q., and Benatallah, B., (2005) “ContextUML: A UML-Based Modeling Language for Model-Driven Development of Context-Aware Web Services” In: The 4th International Conference on Mobile Business (ICMB05).

Strang, T., and Popien, C., (2005) “A context modeling survey” In: Proc. of the Workshop on Advanced Context Modeling, Reasoning and Management as Part of UbiComp, pp.33–40

Varshney, U., “Pervasive Healthcare” In: IEEE Computer, vol. 36(12), p. 138-140 (2003)

Lorenzi, F., Ferreira, G., Rizzeti, T., Librelotto, G., Augustin, I., (2009) “Ferramenta para a Programação pelo Usuário-Final de Tarefas Clínicas em um Ambiente de Saúde Ubíquo” Conferencia Latino Americana de Informática (CLEI09)

Christensen, H., Bardram, J., Pervasive Computing Support for Hospitals: “An overview of the Activity-Based Computing Project” In: IEEE Pervasive Computing, vol. 6, issue 1, p. 44-51 (2007)

Librelotto, G. R., Gassen J., Freitas L., Lorenzi F., Augustin I., (2009). A Definição de uma API para o Processamento de Ontologias em Hospitais Pervasivos. V Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação. Maio, Brasília, DF.