

# Ferramenta para a Programação pelo Usuário-Final de Tarefas Clínicas em um Ambiente de Saúde Ubíquo

Fábio Lorenzi da Silva<sup>1</sup>, Giuliano Lopes Ferreira<sup>1</sup>, Tiago Antonio Rizzetti<sup>1</sup>, Giovani Rubert Librelotto<sup>1</sup>, Iara Augustin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria  
Caixa Postal 97105-900 – Santa Maria – RS – Brasil  
{lorenzi, giuliano, rizzetti, librelotto, august} @inf.ufsm.br

**Abstract.** The HealthCare system of the future foresees the use of the ubiquitous computing as the way to automate and optimize the clinical activities. Addressing the problem of rejection of computer systems in clinical environments due to disagreement between the system and how the clinicians perform their tasks, the project "ClinicSpace" proposes the development of a tool that allows to the clinicians the personalization of its daily tasks inside of the pervasive environment. One of the great challenges is how to model human activities in computer systems, respecting the individualized way with that each person performs them. The prototype of the developed tool allow this customization, also allowing that clinicians edit and reuse the task previously modeled.

**Keywords:** HealthCare, UbiquitousComputing, Tasks.

## 1 Introdução

Uma das premissas da Computação Ubíqua é o suporte às atividades humanas da forma mais integrada possível ao ambiente conhecido pelo profissional. Nessa perspectiva, uma das áreas de aplicação é a Saúde, já que esta possui muitas situações onde há necessidade de que as informações do mundo físico sejam adquiridas pró-ativamente e integradas automaticamente às aplicações (mundo virtual). Estudos revelam que a *Pervasive Healthcare Computing* 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 [1].

Neste momento, pode-se considerar que a Computação Pervasiva/Ubíqua na Saúde está em sua primeira geração, a qual procura entender as necessidades, características e tecnologias para projetar sistemas que criarão o hospital do futuro, que será um espaço inteligente, reativo e pró-ativo, onde os sistemas de gerenciamento de informações tomarão decisões e adaptar-se-ão às situações detectadas [2].

Um dos grandes desafios que se apresenta é como modelar atividades humanas respeitando a forma individualizada com que cada pessoa as realiza. Nesse escopo, o

---

projeto “ClinicSpace: auxílio às tarefas clínicas em um ambiente hospitalar do futuro baseado em tecnologias da Computação Ubíqua/Pervasiva” propõe o desenvolvimento de uma ferramenta-piloto que permita aos clínicos a programação personalizada de suas tarefas, as quais são gerenciadas e executadas em um ambiente pervasivo. Argumenta-se que, para diminuir o impacto de interferência do sistema automatizado no ambiente e a rejeição dos clínicos, o sistema deve equilibrar a pró-atividade (agir em nome do usuário) com a personalização (forma individual de cada um realizar sua atividade). Como inovação, a arquitetura de software projetada para tratar da modelagem e gerenciamento de tarefas clínicas integra conceitos oriundos das áreas programação orientada ao usuário final, computação orientada a atividades, ontologia, middlewares para gerenciamento do ambiente pervasivo/ubíquo.

O trabalho, alvo desse relato, modela as principais tarefas clínicas executadas nos ambientes hospitalares por profissionais clínicos e insere uma forma de individualizá-las, com objetivo de projetar uma ferramenta-piloto que seja utilizada por esses profissionais na execução de suas atividades diárias.

As próximas seções abordam aspectos tratados no escopo do projeto ClinicSpace relativas à definição adotada de tarefas, à modelagem de tarefas e à arquitetura de software para seu gerenciamento (seção 2), à interface de programação de tarefas clínicas pelo usuário-final (seção 3); os cenários de utilização da ferramenta (seção 4), os trabalhos relacionados (seção 5) e as considerações finais (seção 6).

## 2 O Modelo de Tarefas Clínicas

Atividades clínicas, como atendimento à emergência, são processos realizados por seres humanos, de forma colaborativa, coordenada e distribuída, em um espaço determinado [3]. As atividades podem ser decompostas em tarefas, auxiliadas por aplicações computacionais como a identificação de médico-paciente e contexto de uso, e seguem a forma particular de cada indivíduo de realizá-la. Assim, define-se tarefa como “o conjunto de ações executadas colaborativamente por humanos e sistemas de computação pervasivos para atingir os objetivos”. Esse aspecto é relevante no projeto, pois o objetivo é permitir ao profissional clínico a utilização de interfaces intuitivas para o usuário programar suas tarefas (utilizando mecanismos disponibilizados pela programação orientada ao usuário-final). Assim, o usuário poderá adequar à realização das tarefas cotidianas à sua própria forma e preferências particulares ao executá-las. 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.

As tarefas são compostas por subtarefas e por outras tarefas, que juntas compõem um fluxo de trabalho. As subtarefas implementam serviços e pequenas aplicações disponibilizadas aos usuários-finais para que eles possam projetar as suas próprias tarefas. Para exemplificar a definição das subtarefas que compõem uma tarefa clínica, usa-se o caso da tarefa “Requisitar Análises Laboratoriais”. O clínico usa essa tarefa disponibilizada para ele. O suporte computacional previsto para essa tarefa inclui, de forma automática, as subtarefas: Identificador de Profissional; Identificador de Paciente; Preenchimento de Requisição Laboratorial (chamada às rotinas do sistema

eletrônico de saúde associado) que propicia o preenchimento das informações relativas à requisição, o encaminhamento da requisição e o registro dessas no Prontuário Eletrônico do paciente.

Com a utilização de elementos em alto-nível (tarefas), são abstraídos, para o profissional clínico, os serviços e aplicações computacionais necessárias para a composição de suas tarefas no cuidado e tratamento de seus pacientes (atividades). O sistema desenvolvido no projeto ClinicSpace é quem tem o completo entendimento da forma como associar as abstrações disponíveis ao usuário (tarefas e fluxos de execução) com as aplicações e serviços computacionais que serão executados. Obtém-se, assim, uma maior invisibilidade da computação aos olhos do usuário-final.

## **2.1 Propriedades do modelo de tarefas**

Na arquitetura ClinicSpace, as tarefas são compostas por subtarefas ou tarefas reusáveis (Decomposição). Frequentemente, diferentes tarefas possuem subtarefas em comum. Assim, as subtarefas e tarefas podem ser recombinadas de diferentes maneiras para originarem novas tarefas (Recombinação) e facilitar o processo de desenvolvimento de tarefas já que podem ser utilizadas subtarefas e tarefas já programadas (Reuso).

Os ambientes clínicos possuem características peculiares, como as frequentes interrupções que os profissionais clínicos sofrem ao executar as suas atividades diárias. Os clínicos, muitas vezes, acabam tendo que interromper seus procedimentos para atenderem a outras chamadas ou pacientes. Profissionais clínicos percorrem uma grande distância em um hospital, pois executam os procedimentos de cuidados clínicos aos pacientes em diversificados locais [4]. Dessa forma, o modelo deve considerar tais características do trabalho em ambientes hospitalares e permitir que as tarefas possam ser interrompidas e retomadas posteriormente, isso é semelhante ao conceito de co-rotina (Interrupção). As tarefas devem migrar e se adaptar as diferentes características do ambiente (Móveis e Adaptativas), de forma a acompanhar o usuário: semântica “siga-me” [5]. As tarefas também podem estar associadas a um contexto; caso não estejam, receberão essa associação dinamicamente (Contextualizada).

## **2.2 Categorias de Tarefas Clínicas**

Nos ambientes hospitalares, os profissionais clínicos executam inúmeras e diversificadas atividades diariamente. Objetivando modelar as tarefas clínicas e tratar a diversidade de atividades executadas pelos profissionais, adotou-se uma classificação de tarefas baseada na proposta de Kumar & Ciccarese & Smith [6]. As tarefas classificam-se em:

- Tarefas Clínicas de Diagnóstico. Categoria composta por atividades relacionadas aos procedimentos utilizados para determinar a natureza, ou identidade, da doença ou enfermidade;

- Tarefas Clínicas de Tratamento. Categoria composta por atividades relacionadas aos procedimentos utilizados para melhorar as condições dos pacientes, tratar doenças, enfermidades e ferimentos;
- Tarefas Laboratoriais. Categoria composta por atividades relacionadas aos procedimentos que se relacionam com o sistema Laboratorial para a obtenção de informações de exames como análises laboratoriais, raios-x, etc.;
- Tarefas Administrativas. Categoria composta por atividades relacionadas à manutenção de informações clínicas dos pacientes nos sistemas.

### 2.3 Conjunto mínimo de Tarefas

Considerando o intuito da implementação de uma ferramenta-piloto para a definição e gerenciamento das tarefas clínicas a serem executadas no ambiente hospitalar, identificou-se um conjunto mínimo de tarefas clínicas para serem disponibilizadas para os usuários. O conjunto mínimo de tarefas foi definido baseando-se num estudo de Laerum & Faxvaag [7], realizado com profissionais clínicos (especialmente médicos) para a identificação e definição das principais tarefas clínicas executadas pelos profissionais dessa área. O estudo propõe um conjunto de vinte e quatro (24) atividades realizadas em ambientes hospitalares, sendo que essas foram validadas por profissionais clínicos. O estudo ainda considerou alguns aspectos como relevância da atividade e periodicidade com que ela é executada. Para a implementação do protótipo ClinicSpace, utilizaram-se as atividades executadas com maior frequência diariamente e, assim, chegou-se ao número das onze (11) tarefas clínicas para compor o conjunto mínimo de tarefas.

As tarefas clínicas pertencentes ao conjunto mínimo de tarefas foram modeladas através da definição de um conjunto de subtarefas, mapeadas para serviços e aplicações computacionais relativas ao sistema eletrônico de saúde adotado e ao gerenciamento do ambiente pervasivo. Optou-se por usar o middleware de gerenciamento do ambiente computacional pervasivo, EXEHDA [8], devido a este ter sido desenvolvido por parte da equipe do projeto e ter as funcionalidades requeridas.

A partir das tarefas pertencentes ao conjunto mínimo de tarefas, e das subtarefas que as compõem, os usuários poderão construir novas tarefas e fluxos de execução conforme a sua preferência e necessidade. Um exemplo de reaproveitamento de tarefas é o fluxo de execução ilustrado na Figura 1 que é formado por três tarefas pertencentes ao conjunto mínimo de tarefas (“Requisitar Análises Laboratoriais”, “Obter resultados de exames laboratoriais”, “Adicionar notas diárias”).

## 3 Programação de Tarefas pelo Usuário Final

A arquitetura ClinicSpace para a programação e gerenciamento das tarefas (Figura 2) define (i) uma Interface para programação de tarefas pelo usuário-final, as quais executarão de forma reativa – disparadas automaticamente por alterações no contexto; (ii) um processo de mapeamento e conversão das tarefas definidas pelo usuário para serviços e aplicações gerenciadas pelo middleware EXEHDA; (iii) um novo subsistema do middleware para o gerenciamento da execução das tarefas e do sistema eletrônico de saúde adotado.

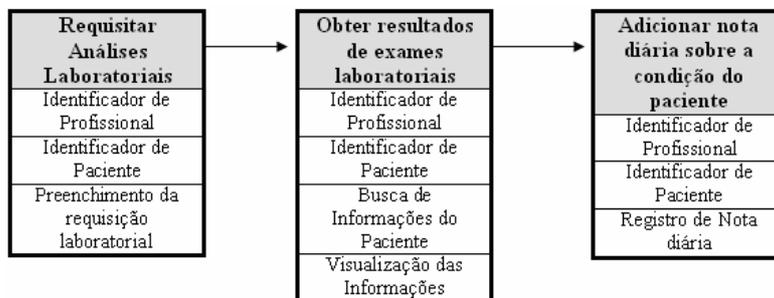


Fig. 1 Exemplo de um fluxo de execução

### 3.1 Programação de Tarefas

O Módulo de Edição de Tarefas foi implementado visando permitir aos profissionais clínicos a criação intuitiva e personalização das tarefas clínicas que dão suporte as suas atividades cotidianas no cuidado de seus pacientes. Para a edição, e criação, de tarefas e fluxos de execução foi necessária a definição de regras de validação da associação dos elementos. Essas regras foram criadas para a certificação de que a tarefa realmente represente um fluxo de execução de serviços e aplicações correto (abstraidas para o usuário através das subtarefas). Assim, pode-se garantir que os serviços e aplicações poderão ser executados automaticamente no sistema EXEHDA, na sequência definida na tarefa ou fluxo.

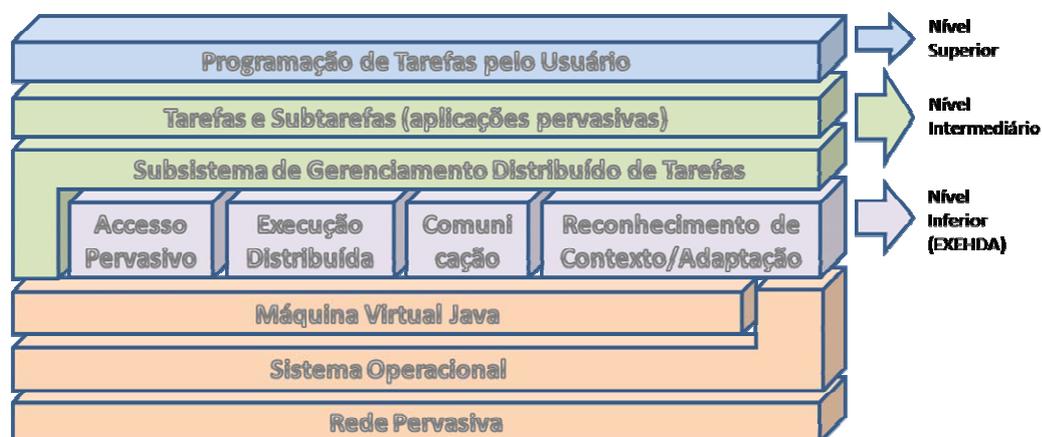


Fig 2. Arquitetura das Tarefas Clínicas

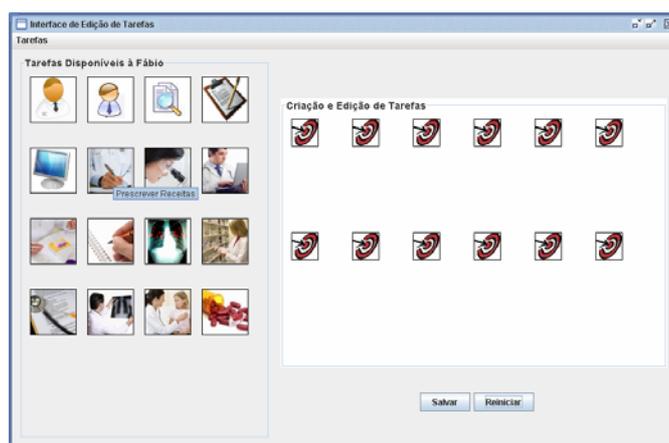
No modelo proposto, tanto tarefas quanto fluxos de execução são diferentes níveis de abstração das subtarefas, já que esses elementos de mais alto nível são formados por subtarefas que, posteriormente, serão traduzidas para serviços/aplicações do sistema. Assim, foram identificadas quatro diferentes categorias para a classificação das possíveis subtarefas. A partir dessas categorias, regras de associação foram definidas baseadas em níveis que facilitam o processo de verificação das regras de associação. As categorias e os respectivos níveis são: (i) subtarefas de Identificação

(nível 1); (ii) subtarefas de Busca de informações (nível 2) de contexto ou armazenadas no Sistema Eletrônico de Saúde (SES); (iii) subtarefas de Preenchimento (nível 2), registro de informações dos pacientes no SES; (iv) subtarefas de Visualização de informações (nível 3), armazenadas no SES ou providas por subtarefas de outras categorias executadas anteriormente.

As regras para o tratamento da associação de elementos são verificadas no momento de criação e edição de uma tarefa ou fluxo. Essas verificações também são realizadas no momento em que o profissional clínico deseja reorganizar uma tarefa ou fluxo que esteja criando. A reorganização dos elementos só deve ser permitida após a verificação das políticas e regras de associação citadas anteriormente.

### 3.2 Interface de Edição de Tarefas

Para que o profissional clínico possa criar e editar tarefas e fluxos de execução foi implementado a Interface de Edição de Tarefas, baseada em mecanismos providos pela Computação Orientada ao Usuário-final com o intuito de disponibilizar uma interface simples para a utilização dos profissionais clínicos. O primeiro esboço da Interface de Edição de Tarefas (Figura 3) está sendo refinado por especialistas em interface e, posteriormente, será avaliada por profissionais clínicos.



**Fig. 3** Primeiro esboço da Interface

Na interface de interação com o usuário, as tarefas (composição de subtarefas, tarefas e fluxos de execução) podem ser arrastadas sobre a janela principal de edição de tarefas para serem dispostas da forma que o usuário julgar necessário. Assim, o usuário poderá definir novas tarefas e fluxos de execução de uma forma simples, bastando a ele dispor os ícones na ordem desejada. O usuário pode utilizar outras tarefas e fluxos pré-existentes que podem ser editadas, e as alterações se refletirão apenas na nova tarefa que está sendo criada. Ao final desse processo de criação, uma nova tarefa é gerada, sendo composta pelas subtarefas, tarefas e fluxos de execução que o usuário definiu para ela. Todas as operações de edição e criação de novas tarefas são validadas pelo sistema para atestar se determinada tarefa é correta, através das regras de associação de tarefas e subtarefas.

## **4 Cenários de utilização do Sistema**

Para ilustrar o uso da arquitetura ClinicSpace, são apresentados casos de uso considerando situações rotineiras.

### **4.1 Criação de novas tarefas**

Os profissionais clínicos executam diariamente as suas atividades de cuidados clínicos de seus pacientes e, para isso, esse profissional pode utilizar as tarefas já disponibilizadas pelo sistema ou, então, construir as tarefas que o auxiliarão nessa atividade. Caso já exista a tarefa que o usuário necessita, basta a ele selecioná-la para utilizá-la. Caso contrário, o profissional clínico, ao construir a tarefa, pode definir a sua própria forma de trabalhar e, assim, definir as etapas que costuma realizar na ordem desejada por ele. Por exemplo, se o médico costuma primeiramente verificar as últimas informações do prontuário do paciente, ele inicia a construção da tarefa com uma subtarefa de busca de informações do paciente. O profissional poderá ainda parametrizar essa tarefa informando alguns filtros, como a quantidade de registros a serem buscados, o período das informações, etc.

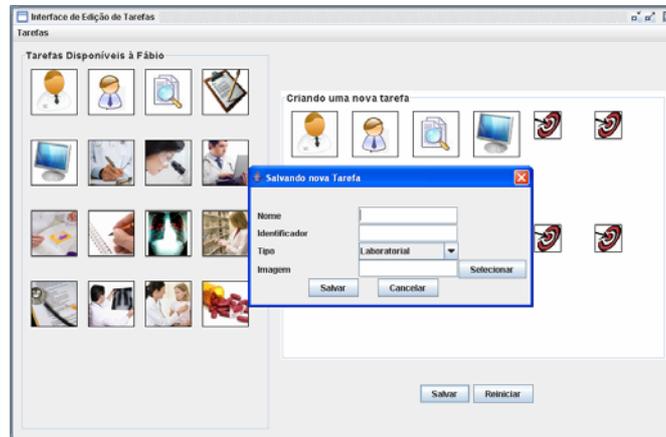
A Interface de Edição de Tarefas, ao identificar que o profissional clínico deseja buscar as informações do paciente, adiciona automaticamente uma subtarefa de identificação desses para partir dessa informação saber qual prontuário deve ser acessado. Após isso, o profissional pode adicionar uma subtarefa que permita a visualização das informações buscadas. Ao finalizar o processo, a nova tarefa será armazenada na base que mantém as tarefas desse usuário (Figura 4). Futuramente, ele poderá utilizar essa tarefa recém criada quando novamente precisar dessa funcionalidade ou para a composição de outras tarefas que julgar necessário.

### **4.2 Edição de tarefas já modeladas**

Os profissionais clínicos ao utilizar a Interface de Edição de Tarefas têm a sua disposição as tarefas já modeladas. A partir dessas tarefas, o profissional pode editá-las para adequar a necessidade desejada no momento. Dessa forma, facilita-se a criação e edição de novas tarefas já que podem ser utilizadas outras já modeladas (reuso).

Supondo que o profissional clínico tenha construído, em um outro momento, uma tarefa que represente o conjunto de tarefas que ele execute ao chegar pela manhã no hospital, por exemplo, a tarefa “Rotina diária de verificação dos Pacientes” composta pelas seguintes tarefas: (i) Obter resultados de exames laboratoriais; (ii) Revisar os problemas dos pacientes; (iii) Adicionar notas diárias sobre as condições dos pacientes. No momento que o profissional selecionar a tarefa “Rotina diária de verificação dos Pacientes”, a Interface de Edição de Tarefas disponibiliza o conjunto de tarefas que a compõe.

A partir disso, o profissional pode realizar diversas operações. Entre elas, destacam-se:



**Fig. 4** Criação de uma nova tarefa

- Alterar a ordem das tarefas que compõem a tarefa. Basta reorganizar os elementos que compõem a tarefa, utilizando a técnica de clicar e arrastar os ícones que as representam.
- Agregar novas funcionalidades. Por exemplo, se o profissional deseja adicionar a tarefa “Obter resultados de raio-x”. Para isso, basta arrastar o ícone que representa essa tarefa em direção ao conjunto de tarefas que compõem a “Rotina diária de verificação dos Pacientes”. Caso o profissional não tenha arrastado a tarefa no local apropriado para formar a ordem desejada, ele poderá reorganizar os elementos para, assim, redefinir a ordem das tarefas (Figura 5).

No momento que o profissional finalizar o processo de editar a tarefa, salva as alterações e informa os dados relativos à identificação da nova tarefa. Assim, uma nova tarefa será criada contendo todas as alterações realizadas pelo profissional clínico.

## 5 Trabalhos Relacionados

A noção de Computação baseada em Tarefas foi introduzida pelo Projeto Aura [10] como um meio de a infra-estrutura configurar dispositivos de forma que o usuário possa manter a continuidade do que estava fazendo, conforme ele se deslocava de um lugar a outro. Nesse modelo, tarefas são modeladas como uma coleção de serviços; a descrição do serviço (qualidades, atributos, preferências) é usada para encontrar os recursos necessários ou reconfigurar o sistema para executar a tarefa. O sistema mantém uma representação explícita da intenção do usuário e a natureza dos serviços requeridos. O Sistema Aura é autogerenciável (pró-ativo), ou seja, não há a programação de aplicações envolvidas por parte do usuário. A partir dessa primeira proposta outras idéias surgiram, destacando-se a apresentada pelo Projeto GAIA [11] que inseriu no Middleware Gaia o modelo de Programação Olympus [3]. Neste projeto, visualiza-se um futuro onde o espaço habitado pelas pessoas é interativo e programável. Assim, os usuários podem interagir com seus escritórios, casas, carros,

etc. para requisitar informações, beneficiarem-se dos recursos disponíveis e configurar o comportamento de seu habitat. Porém, esse projeto não focaliza a programação pelo usuário-final.



Fig. 5 Editando a tarefa “Rotina diária de verificação dos pacientes”

O projeto *Activity-based Computing* [2] apresenta uma proposta de utilização de Computação baseada em Tarefas destinados a Ambientes de Saúde. Nesse projeto, desenvolveu-se o Framework ABC que provê uma infra-estrutura de execução de serviços que suporta características inerentes ao trabalho dos profissionais clínicos. Assim, os serviços podem ser inicializados, suspensos, armazenados, retomados em qualquer dispositivo computacional, em qualquer instante de tempo, encaminhado para outros usuários e compartilhado entre diversos usuários. Além disso, a execução dos serviços é adaptável de acordo com o contexto dos usuários. O projeto visava permitir que desenvolvedores de aplicações clínicas pudessem incorporar suporte à mobilidade, interrupções, atividades paralelas, cooperação e consciência de contexto para a concepção e consciência de contexto para a concepção e implementação de seus programas.

Ressalta-se que esses projetos não apresentam uma visão centralizada no usuário defendida pelo Projeto ClinicSpace. O presente trabalho acrescenta a contribuição de permitir a ação ativa dos profissionais clínicos na programação de sistemas que gerenciam a execução de suas tarefas clínicas. Assim, os profissionais podem utilizar a interface de Edição de Tarefas para personalizar as tarefas e torná-las o mais próximo possível da sua forma particular de executá-las, reduzindo o grau de rejeição e insegurança que eles podem ter ao usar sistemas totalmente pró-ativos, como tem sido o foco de sistemas como Aura e Gaia. Além disso, outro importante diferencial do presente trabalho é a utilização de mecanismos providos pela programação orientada ao usuário-final com o objetivo de facilitar a utilização do sistema pelo profissional clínico. Espera-se, com essas funcionalidades, contribuir para uma redução na rejeição dos sistemas computacionais em atividades clínicas hospitalares.

## 6 Conclusões

O projeto ClinicSpace modela uma ferramenta-piloto para que o profissional clínico possa tornar o sistema o mais próximo possível da sua realidade e necessidade e, assim, diminuir a rejeição desses profissionais em relação à utilização de sistemas computacionais para o auxílio nas suas tarefas diárias. A modelagem de Tarefas Clínicas e a Interface de Edição de Tarefas visam criar abstrações de alto nível que melhor representem as atividades executadas diariamente pelos profissionais no cuidado de seus pacientes. Assim, os profissionais clínicos podem adicionar suas próprias preferências, experiência e conhecimentos para a criação, definição e personalização das tarefas.

A Interface de Edição de Tarefas é uma ferramenta-piloto que terá melhorias para facilitar a utilização real da ferramenta por parte do usuário. O acréscimo de novas funcionalidades e abstrações é necessário para tornar a interface mais intuitiva para o profissional clínico. Na sequência do projeto ClinicSpace, estão previstas melhorias da interface e a avaliação de usabilidade da interface pelo usuário-final (clínicos).

## 7 Referências

1. Varshney, U.: Pervasive Healthcare. *IEEE Computer*, 36(12): 138-140 (2003)
2. Bardram, J., Christensen, H.: Pervasive Computing Support for Hospitals: An overview of the Activity-Based Computing Project. *IEEE Pervasive Computing*, vol. 6, issue 1, p.44-51 (2007)
3. Ranganathan, A., Campbell, R.: Supporting Tasks in a Programmable Smart Home. 3rd International Conference on Smart Homes and Health Telematic, Northern Ireland (2005)
4. Bardram, J., Christensen, H., Olsen, K.: Activity-Driven Computing Infrastructure-Pervasive Computing in Healthcare. Technical Report CfPC-2004-PB-65, Center for Pervasive Computing (2004)
5. Augustin, I.: Managing the Follow-me Semantics to Build Large-scale Pervasive Applications. *Middleware Conference 2005, Workshop on Middleware for Ad-hoc and Pervasive Computing*, Grenoble (2005)
6. Kumar, A., Ciccarese, P., Smith, B.: Context-based task ontologies for clinical guidelines. *Ontologies in Medicine: Proceedings of the Workshop on Medical Ontologies*, IOS Press (2003)
7. Laerum, H., Faxvaag, A.: Task-oriented evaluation of electronic medical record systems: development and validation of a questionnaire for physicians. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 4:1 (2004)
8. Yamin, A. et al.: EXEHDA: adaptive middleware for building a pervasive grid environment. In: *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications – Self – Organization and Automatic Informatics*, IOS Press, p. 203 – 219, New York (2005)
9. Ferreira, G. et al.: Introduzindo o Gerenciamento de Tarefas Clínicas em um Middleware da Computação Pervasiva. *IX Workshop de Informática Médica, XXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação* (2009)
10. Garlan, D., Steenkiste, P., Schmel, B.: Project Aura: Toward Distraction-free Pervasive Computing. *IEEE Pervasive Computing*, p. 22-31 (2002)
11. Roman, M. et al.: Gaia: a Middleware Infrastructure to Enable Active Spaces. *IEEE Pervasive Computing*, p. 65-67 (2002)