

Sistema Web para Gerenciamento e Acompanhamento de Uso de Medicação em Ambientes de Vivência Assistida

Alternative Title: Web System for Management and Tracking of the Use of Medication in Ambient Assisted Living

Milene Santos Teixeira, Leandro Oliveira Freitas, Juçara Saete Gubiani, Un Hee Schiefelbein

Curso de Sistemas para Internet - Universidade Federal de Santa Maria

{milene.tsi, leanfrts, jsgubiani, peace.unhee}@gmail.com

RESUMO

A porcentagem da população idosa na sociedade tem crescido em larga escala nos últimos anos e estima-se que este crescimento continue ocorrendo. Diante disto, surge a demanda por novos produtos e serviços que supram necessidades advindas desta faixa etária. Com o intuito de atender esta demanda, surgem os Ambientes de Vivência Assistida, uma área de Ambientes Inteligentes que faz uso de computação ubíqua ou pervasiva e visa providenciar uma vida domiciliar mais segura e confortável a pessoas idosas ou que precisam de certo acompanhamento em tarefas rotineiras. O objetivo deste trabalho é disponibilizar um sistema web para gerenciamento e acompanhamento preciso do uso da medicação de pacientes em um Ambiente de Vivência Assistida. A proposta do sistema é emitir alertas ao paciente para usar sua medicação na hora correta e assim evitar que o paciente faça uso do medicamento errado, além de avisar um responsável em caso de erro mantendo um registro de acompanhamento do tratamento. A validação deste trabalho se deu por meio de uma simulação com dados fictícios executada em um simulador. A intensão do trabalho é disponibilizar o serviço a usuários reais com o objetivo de auxiliá-los no tratamento médico.

Palavras-Chave

Ambiente de Vivência Assistida. Idoso. Sistema web.

ABSTRACT

The percentage of elderly population in society has grown on a large scale in the last years, and it is estimated that this grown will continue to occur. In face of this, rises up the demand for new products and services that come up with solutions for the necessities of this age group. In order to supply this demand, comes up Ambient Assisted Living, a field of Ambient Intelligence that uses ubiquitous or pervasive computing and aims to provide a safer and more comfortable home life to elderly or to people that need some assistance in daily activities. The goal of this study is to provide a web system for managing and accurate

monitoring of the medication use for patients in Ambient Assisted Living environments. The system purpose is to alert the patient to use their medication at the right time preventing them from using the wrong medication, and, also, notify a responsible in case of errors and keep track of the treatment. Validation is done through a simulation with fictitious data performed on a simulator. The intention of this work is to provide this service to real users in order to assist them in their medical treatment.

Categories and Subject Descriptors

J.3 [Computer Applications]: Life and Medical Sciences - *medical information systems*; H.2.m [Information Systems]: Database Management—*miscellaneous*

General Terms

Management, Experimentation, Human Factors.

Keywords

Ambient Assisted Living. Elderly. Web system.

1. INTRODUÇÃO

Ambientes de Vivência Assistida (*Ambient Assisted Living* – AAL) [2] ganharam enfoque quando entidades governamentais começaram a perceber que, na maioria dos países desenvolvidos, tem ocorrido uma mudança no perfil demográfico, mais especificamente, o número de idosos tem superado o de outras faixas etárias [3]. AAL focam no uso de tecnologias capazes de auxiliar pessoas idosas em suas rotinas diárias possibilitando um estilo de vida mais seguro e saudável pelo maior tempo possível. Essas tecnologias buscam conhecer o usuário e o ambiente que o cerca por meio do uso de sensores e da aprendizagem de padrões de seu comportamento. Considerando isto, AAL utiliza conceitos de computação ubíqua e pervasiva para criar ambientes inteligentes (*smart homes*) [7].

Um grande problema existente no tratamento de pacientes em domicílio é o uso equivocado da medicação, pela carência no acompanhamento preciso dessa prática. É comum pessoas idosas fazerem uso constante de mais de um tipo de medicamento [14] e, essa condição pode levar a erros que podem acarretar problemas graves para a saúde. Nesse contexto, o uso de tecnologias pode ajudar, mas quando o idoso não tem familiaridade com estas, isto pode dificultar ainda mais o tratamento para o paciente. Percebeu-se também a necessidade de sistemas que façam acompanhamento

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

SBSI 2016, May 17–20, 2016, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil.
Copyright SBC 2016.

do tratamento e mantenham um responsável notificado em casos de erro.

Considerando estes aspectos, este trabalho estudou a definição e conceitos de AAL e computação pervasiva com o objetivo de desenvolver um sistema para auxiliar na administração de medicamentos a pacientes que recebem acompanhamento clínico em AAL. A proposta é auxiliar esses pacientes durante o tratamento médico e proporcionar um estilo de vida mais seguro e independente. Este sistema pode ser integrado a um dispositivo físico (não abordado neste trabalho) onde serão dispostos os medicamentos do paciente.

O sistema não necessita de interação com usuários sendo este capaz de: alertar o paciente para usar o medicamento correto; garantir que o medicamento correto foi utilizado na hora correta; em caso de erro, alertar um responsável pelo paciente e manter um registro de acompanhamento do uso da medicação. Para validação do sistema, foi utilizado o simulador de contexto Siafu [16]. Siafu é um *software* livre, desenvolvido na linguagem Java que possibilita a simulação e adaptação de diferentes ambientes de acordo com a necessidade da aplicação a ser testada. A simulação desenvolvida neste trabalho teve como cenário (fictício) a residência (AAL) de um paciente idoso que segue uma rotina diária, com pequenas variações em determinados horários. Esta simulação foi capaz de englobar todas as funcionalidades do sistema podendo, conseqüentemente, realizar sua validação.

O trabalho está organizado em 8 seções: a seção 1 introduz o trabalho. Na seção 2 é apresentado o referencial teórico, contendo a definição e conceitos de computação pervasiva e Ambientes de Vivência Assistida. A seguir, são apresentados os trabalhos relacionados a este. A próxima seção (4) contempla o sistema desenvolvido, seguida por uma seção (5) que apresenta a arquitetura do sistema. Na seção 6, é explanada a validação do sistema. A seção 7 apresenta os resultados e discussão. Por fim, na seção 8, são apresentadas as considerações finais do trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Computação Pervasiva

A computação pervasiva foi primeiramente explorada pela *International Business Machines* (IBM) em 1999 [9] através de um sistema de *check-in* em aeroportos. Porém, em [19] era previsto que uma forma de tecnologia seria fortemente discutida no século 21. Esta tecnologia, nomeada '*calm technology*' [19], passaria a existir no ambiente a nossa volta de uma forma tão natural, que seria quase invisível. Em [8] esta 'invisibilidade' é relacionada ao surgimento de formas de tecnologia pervasivas. Dessa forma, [15] refere-se à computação pervasiva em um ambiente como uma 'tecnologia que desaparece', devido ao fato de ser altamente integrada ao usuário sem exigir muita interação com este. Em outras palavras, aplicações usando computação pervasiva precisam ser cada vez mais sensíveis ao contexto a fim de operar em diferentes ambientes e reduzir a necessidade de atenção do usuário [6].

2.2 Ambientes de Vivência Assistida

Devido ao crescente número de pessoas idosas e a conseqüente preocupação quanto à saúde e interação social destes, hoje são buscadas alternativas que visam prover questões como independência, qualidade de vida, e um envelhecimento mais ativo para estas pessoas. Segundo [10], devido a questões sociais e financeiras, não deixar sua residência e ter um estilo de vida

seguro, são fatores importantes para pessoas que necessitam cuidados especiais em relação à saúde. Nesse contexto, surgem os Ambientes de Vivência Assistida (*Ambient Assisted Living* – AAL) [2], uma área de Ambientes Inteligentes [1] que tem recebido grande ênfase e investimento, principalmente na Europa.

Sabendo-se que, hoje, muitos pacientes são dependentes de um familiar ou responsável para realizar tarefas do dia a dia, AAL consiste na assistência a domicílio, em geral à pacientes idosos, e tem como objetivo prover uma melhor qualidade e uma vida mais segura e saudável [2]. Isto pode ser obtido por meio da criação de um ambiente seguro, o qual possibilite maior autonomia e assistência a atividades rotineiras e que, ao mesmo tempo, permita que a independência do usuário seja mantida, prolongando assim o tempo que ele poderá viver em sua residência [17]. Em outras palavras, AAL cobre conceitos, produtos e serviços que conectam novas tecnologias no ambiente do próprio paciente [2], podendo ser usada na prevenção, cura e melhora nas condições de saúde deste, assim como em seu bem estar [13].

Atualmente, grande parte dos esforços para construir sistemas AAL são concentrados no desenvolvimento de dispositivos pervasivos e no uso de AmI a fim de realizar a integração entre estes dispositivos [17]. Sendo assim, alguns exemplos que merecem destaque são aplicações capazes de alertar o paciente para a utilização correta do medicamento, sensores que detectam possíveis quedas, e robôs capazes de ajudar em simples tarefas [13]. Com o uso destas tecnologias, para aqueles pacientes que já precisam de auxílio para a realização de simples atividades como, por exemplo, usar a medicação correta, pode-se dizer que a independência, seria restaurada. É importante salientar que, de acordo com [11], esta independência é dada de acordo com a capacidade/habilidade do paciente.

3. TRABALHOS RELACIONADOS

A partir da revisão da literatura, foram identificados trabalhos correlatos e nessa seção são destacadas apenas questões relacionadas ao objetivo principal do trabalho e as tecnologias usadas.

Em [18] o objetivo principal é possibilitar que pacientes obtenham prescrições médicas sem precisar sair de casa, visto que muitas vezes pacientes têm dificuldade de locomoção. Para isto, propõe-se um painel que disponha de etiquetas que fazem uso da tecnologia *Near Field Communication* (NFC) e podem ser lidas através do simples toque de um smartphone com NFC habilitado.

eCAALYX [12] é um sistema que visa prover uma solução que melhore a qualidade de vida e reduza a morbidade e mortalidade de pessoas idosas. Neste projeto, os pacientes foram monitorados através de sensores e um novo estilo de vida, mais saudável, foi proposto. O paciente poderia obter informação quanto a sua saúde através de um sistema integrado à sua TV, enquanto que um responsável era capaz de acessar uma página online, a qual disponibilizava informações sobre o paciente. Neste projeto, o monitoramento poderia ocorrer não apenas dentro da casa do paciente, mas também quando este estava fora, por meio do uso de uma roupa equipada com sensores que se conectam a um smartphone.

GUIDE ME [4] é um dispositivo que auxilia no uso de medicação. Consiste em interfaces geométricas que são amarradas à medicação do paciente, onde o número de lados que a forma geométrica possui equivale ao número de vezes que a pessoa deve

usar aquele medicamento diariamente. A interface possui luzes que se acenderão na hora do uso do medicamento e se apagarão após o paciente ter usado este medicamento, ou após um tempo pré-definido.

Considerando os trabalhos citados, é possível perceber que na maioria deles é feito o uso de alguma interface que se relacione com o paciente. Alguns destes trabalhos revelaram que, muitas vezes, uma pessoa idosa que não tem muito ou nenhum contato com tecnologias, apresentará grande dificuldade no uso do novo dispositivo. Baseando-se neste e demais fatores, este trabalho buscou disponibilizar um serviço para acompanhamento e auxílio no uso de medicação em AAL através de um sistema de fácil uso, sem a necessidade de uma interface que exija esforço do usuário.

4. SISTEMA DE GERENCIAMENTO E ACOMPANHAMENTO DA MEDICAÇÃO

De acordo com [14], o uso incorreto de medicação é um fator agravante no estado de saúde de idosos. Considerando este fator, definiu-se um sistema *web* para auxiliar pacientes em um Ambiente de Vivência Assistida no uso de sua medicação. Por meio da gerência e acompanhamento da administração dos medicamentos, este sistema visa reduzir a taxa de erros e não uso destes.

O sistema opera de forma autônoma, ou seja, uma vez iniciado o processamento, ele não exige interação com o usuário. Entretanto, ele exige interação com um dispositivo físico, que comporte os medicamentos do paciente e emita alertas com base no valor recebido do sistema.

As funcionalidades do sistema são descritas detalhadamente a seguir.

4.1 Horário Correto de Medicação

Esta funcionalidade permite a emissão de um lembrete ao paciente sobre o horário correto da medicação. Para cada medicamento deverá ser registrada a posologia, ou seja, a dose e o número de vezes que ele deve ser usado por dia, bem como a hora em que cada dose deve ser administrada. Diariamente, o sistema consulta estes registros e os mantém em uma lista para processamento. Sendo atingido o horário de uso de um medicamento, o sistema emite uma notificação que apresenta a identificação (a) do medicamento a ser usado e o tipo de alerta (b) emitido (normal, urgente ou sobrescrito). Esta notificação acontece a partir da manipulação de um arquivo XML gerado em um diretório do servidor e é ilustrada na Figura 1.

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
2 <medicamento id="3" tipoAlerta="N"/>
   a           b

```

Figura 1. Exemplo de notificação de medicamento a ser alertado (XML).

Para cada medicamento, é possível registrar um período de tolerância de espera para não uso. Isto permite que o sistema permaneça emitindo notificações até que seja detectado que o paciente usou a medicação ou que este período seja finalizado. Por exemplo, em um cenário onde um medicamento tem seu uso agendado para as 13 horas e um período de tolerância de 20

minutos de atraso, o paciente poderá ser alertado para seu uso das 13 às 13:20 horas.

Para considerar o uso do medicamento, o sistema aguarda o recebimento de uma entrada no formato de um arquivo XML, emitido pelo dispositivo físico. Se o sistema não receber esta entrada (segundo a restrição definida), assume-se que a medicação não foi utilizada e um responsável será contatado.

4.2 Uso do Medicamento Correto

Diversos medicamentos podem ser gerenciados pelo sistema simultaneamente, portanto, é importante instruir o paciente a usá-los corretamente. Alertas individuais são emitidos ajudando o paciente a evitar enganos, porém, não é possível controlar suas ações finais. Para isto, o sistema permite a emissão de alertas caso aconteça algum equívoco. O arquivo XML recebido pelo sistema deve informar a identificação do medicamento retirado pelo paciente.

Sendo detectado que o paciente pegou o medicamento errado (ao receber uma entrada que não corresponde com a esperada), o sistema imediatamente envia uma nova notificação ao dispositivo informando o erro. Esta notificação é semelhante à notificação de alerta de uso de um medicamento, porém, para o atributo “tipoAlerta” no XML, ao invés do valor “N” (normal) ela apresenta o valor “U” (urgente). Visando uma maior segurança do paciente, um responsável também é informado do possível engano.

4.3 Alertar Responsável Sobre Situações Adversas

O contato (email) de um responsável deve ser cadastrado no sistema para que este seja notificado nas seguintes situações adversas:

1. O paciente não usou o medicamento no horário devido, como descrito na seção 4.1.
2. O paciente pegou o medicamento incorreto, como descrito na seção 4.2.
3. Um alerta é sobrescrito por um novo: o sistema é capaz de gerenciar diversos medicamentos, porém somente um medicamento pode apresentar o *status* de alerta ativo. Caso o limite de tempo de um medicamento (previamente definido) for alcançado e o sistema já possuir um alerta ativo, este alerta é finalizado e o novo medicamento recebe o *status* de alerta ativo. Ao realizar este procedimento, o responsável recebe uma notificação do ocorrido.

Cabe a este responsável tomar uma atitude adequada como, por exemplo, contatar o paciente a fim de verificar o motivo dele não ter utilizado a medicação e, então, tomar as devidas providências.

4.4 Acompanhamento do Uso da Medicação

Para um acompanhamento mais preciso do tratamento do paciente, o sistema possui um registro do uso da medicação. Este registro deve ser mantido independente do uso ou não do medicamento. Portanto, ele deve conter: a data, a identificação do medicamento, a hora do uso devido, a hora em que ela de fato foi usada, uma informação indicando se um alerta foi emitido para o responsável e se o uso foi registrado posteriormente por este responsável (discutido mais adiante). O responsável pelo paciente

terá acesso a este registro a fim acompanhar o tratamento do idoso. Além disso, estas informações podem ser exportadas para serem usadas por sistemas externos, caso necessário. Um exemplo deste potencial uso é um sistema usado pelo médico responsável a fim de acompanhar o tratamento.

4.5 Gerenciamento das Informações do Paciente e do Medicamento

Além do sistema que processa os alertas dos medicamentos, existe um sistema *web* no qual um administrador pode gerenciar informações e visualizar os dados e *logs* (registros) do paciente. Este sistema apresenta os módulos de: gerência dos dados do paciente; gerência de medicamentos; acompanhamento do uso da medicação; registro de uso. A possibilidade de registrar o uso é disponibilizada ao responsável quando o paciente não usa o medicamento e uma alerta é emitido a este responsável.

5. ARQUITETURA DO SISTEMA

Visando evitar falhas devido a perdas com a conexão *web*, o sistema responsável pelo processamento dos alertas deve ser implantado em um servidor existente na residência do paciente. Porém, por serem acessados pela página de gerenciamento, os dados do paciente e da medicação devem ser mantidos em um banco de dados localizado em um servidor remoto. Como a página *web* e o sistema compartilham estes dados, isto permite ao responsável acessá-los e alterá-los, bem como visualizar os registros de uso, a partir de qualquer computador com acesso à internet. A Figura 2 ilustra a arquitetura do sistema.

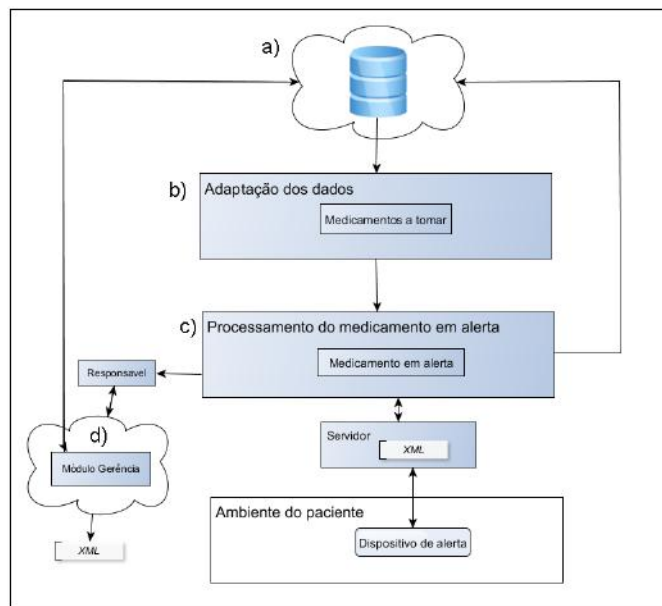


Figura 2. Arquitetura do sistema

A arquitetura do sistema é estruturada em duas camadas (local e nuvem) e 4 módulos: dados (a), adaptação dos dados (b), processamento (c) e gerência (d). O módulo de dados é composto pelo banco de dados que armazena as informações do paciente, medicação e registros de uso da medicação. Este módulo faz parte da camada nuvem e pode ser acessado tanto pelo módulo de adaptação dos dados como pelo módulo de gerência. Ele recebe atualizações originadas no módulo de processamento dos dados (resultantes dos alertas emitidos) e no módulo de gerência

(resultantes de atualizações nos dados feitas pelo usuário). O módulo de adaptação dos dados, por sua vez, faz parte da camada local e consiste na obtenção dos dados armazenados no banco e sua adaptação para o processamento. Ou seja, neste módulo são verificados e organizados todos os medicamentos que devem ser usados durante um período de tempo.

Na sequência, também fazendo parte da camada local, existe o módulo de processamento de dados, o qual é responsável pela emissão e controle de um alerta. Neste módulo, o XML de alerta que será lido pelo dispositivo é gerado e o limite de tolerância de atraso é controlado. A partir do recebimento de um novo XML gerado pelo dispositivo, o uso do medicamento correto para o alerta ativo é verificado e o responsável é notificado caso necessário. O módulo de processamento comunica-se com o banco de dados a fim de registrar o uso do medicamento. Finalmente, o módulo de gerência é aquele acessado pelo responsável pelo paciente. Assim como o módulo de dados, este módulo encontra-se na camada nuvem para que possa ser acessado de qualquer local. Ele não possui nenhuma conexão com o sistema de alertas, porém comunica-se com o banco de dados possibilitando o gerenciamento dos dados. Além disso, neste módulo encontra-se a possibilidade de exportação dos registros no formato XML.

Visando uma maior eficácia, é interessante que além do alerta emitido no dispositivo, alertas também sejam emitidos em outros eletrônicos existentes no ambiente. Isto é importante, pois o dispositivo estará fixo em um local da residência, apresentando um baixo grau de mobilidade. Sendo assim, se o dispositivo estiver localizado no quarto do paciente, por exemplo, e no momento do alerta o paciente encontrar-se na sala de estar, o paciente será notificado do alerta por meio de algum eletrônico presente no ambiente. Para atingir este objetivo, podem ser usados sensores de localização, os quais são muito comuns em ambientes AAL. Uma conexão *web* será responsável pela transmissão do alerta emitido pelo sistema desenvolvido neste trabalho, o qual, por se tratar de um XML, pode ser facilmente interpretado por diferentes dispositivos.

6. VALIDAÇÃO DO SISTEMA

Para validar o funcionamento do sistema proposto, utilizou-se o simulador Siafu [16], um simulador de contexto livre desenvolvido na linguagem Java. Ele possibilita a geração e visualização de informações do contexto a fim de demonstrar e testar uma aplicação em diferentes etapas do dia. Para gerar a simulação, primeiramente foi definido o ambiente do paciente e, a seguir, seu comportamento por meio da implementação das classes *BaseAgentModel*, *BaseWorldModel* e *BaseContextModel*. Após esta implementação, a simulação pôde ser carregada no Siafu para, finalmente, iniciar seu processamento. Sendo assim, foi definido o cenário ilustrado na Figura 3.

O cenário representa a residência de um idoso possuindo 8 cômodos (sala de estar (a), cozinha (b), lavanderia (c), corredor (d), 2 quartos (e, h) e 2 banheiros (f, g)). Foi considerado que este é um Ambiente de Vivência Assistida, portanto, cada cômodo da casa apresenta sensores de localização e um dispositivo eletrônico capaz de transmitir os alertas recebidos do sistema com exceção da lavanderia e do corredor. Esta exceção foi criada para estes dois cômodos a fim de possibilitar a validação caso o paciente não perceba o alerta.

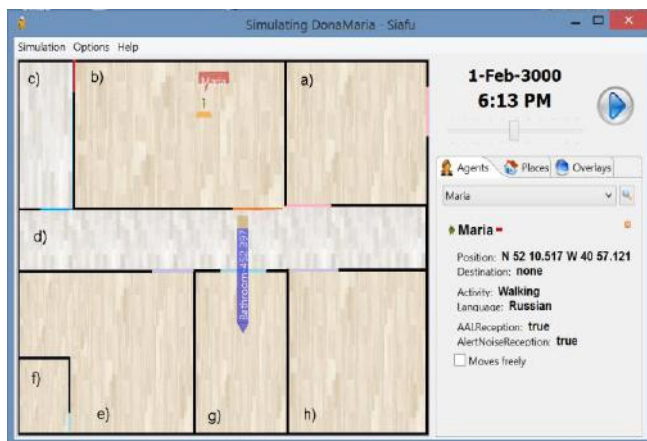


Figura 3. Cenário AAL

O quesito que define se o agente (paciente) percebeu ou não o alerta é definido da seguinte forma: SIAFU possui uma camada gráfica chamada *overlay*, que deve ser definida de acordo com o ambiente a ser simulado. A partir dela é lido o valor do *pixel* na posição em que o agente se encontra. Para esta simulação, a camada *overlay* foi definida contendo valores mais altos para os *pixels* em locais próximos ao dispositivo e aos eletrônicos que emitem os alertas, e valores baixos nos demais locais. Com isto, considera-se que o paciente percebeu o alerta quando o valor do *pixel* na posição em que ele se encontra estiver acima do valor 10066329.

A classe *BaseAgentModel* foi implementada visando gerenciar o processamento de alertas, o agente (paciente) e sua rotina diária. Esta rotina foi definida da seguinte forma:

- Das 7 às 8:59 horas: cozinha;
- Das 9 às 10:59 horas: lavanderia, banheiro ou corredor;
- Das 11 às 13:59 horas: cozinha;
- Das 14 às 17:59 horas: lavanderia, banheiro ou corredor;
- Das 18 às 19:59 horas: cozinha;
- Das 20 às 21:59 horas: lavanderia, banheiro ou corredor;
- Das 22 às 6:59: quarto;

É importante mencionar que apesar de apresentar uma rotina, o agente pode ser manipulado pelo usuário observador da simulação. O simulador SIAFU representa o tempo de uma forma acelerada, porém o sistema aqui desenvolvido faz uso do tempo real (hora do servidor). Isto foi preservado a fim de possibilitar coerência com os e-mails de alerta enviados ao responsável. Sendo assim, nesta simulação, o tempo (hora) representado pelo SIAFU é utilizado apenas para permitir que o paciente se desloque na residência periodicamente. Com isto, quando o simulador informar que um medicamento foi utilizado, a hora informada será a do servidor e não a hora a indicada na simulação.

Para fins de teste, foram cadastrados dados do paciente e seu responsável e dois medicamentos foram registrados no sistema: um para controle de pressão e um para o tratamento de diabetes. As ocorrências com seus respectivos horários, identificação do medicamento e tempo de tolerância são representados na Tabela a seguir:

Tabela 1. Sequência dos medicamentos registrados para simulação

Hora	Medicamento Id	Indicação	Tolerância de atraso
16:15:00	1	Pressão	15
16:25:00	2	Diabetes	5
16:35:00	1	Pressão	15
16:45:00	2	Diabetes	5
17:00:00	2	Diabetes	5

Ao receber uma notificação (XML) com atributo do tipo 'N' (normal) do sistema de gerenciamento dos medicamentos, verifica-se se o paciente encontra-se em uma posição onde o alerta é perceptível. Em caso afirmativo, uma janela é exibida informando qual medicamento deve ser usado e solicitando a identificação do medicamento pego pelo paciente. Isto possibilita a simulação do uso correto e incorreto (informando uma identificação incorreta) da medicação. Ao informar este medicamento, o XML que descreve medicamento usado é gerado (representando a informação enviada pelo dispositivo), e este será, por sua vez, processado pelo sistema. Para notificações do tipo 'U' (urgente), uma janela é exibida informando o erro ao paciente.

Com base nestes dados, a simulação foi executada e o resultado é apresentado na Tabela 2:

Tabela 2. Resultados da simulação

Hora	Uso correto	Localização do paciente
16:15:00	Não (sobrescrito)	Lavanderia
16:25:00	Sim	Quarto
16:35:00	Sim (após correção)	Cozinha
16:45:00	Sim	Cozinha
17:00:00	Não	Corredor

Como pode ser verificado nas Tabelas 1 e 2, o primeiro medicamento a ser usado é o medicamento indicado para controle de pressão sanguínea, com horário agendado para as 16:15:00 horas e período de tolerância de atraso de 15 minutos. Ao receber as notificações de alerta deste medicamento, o paciente encontrava-se na lavanderia (o local não possui eletrônicos) e, por isto, o alerta não foi percebido. Devido à diferença de horários existente entre o simulador e o sistema, visando simular um erro, a permanência do paciente neste local foi prolongada. Diante da necessidade de emitir um novo alerta as 16:25:00 horas, o primeiro alerta precisou ser cancelado sendo, então, sobrescrito pelo novo e notificando o responsável da situação (envio de email). A partir desta notificação, surge a possibilidade do responsável acessar o sistema e registrar o uso deste medicamento.

No segundo alerta (16:25:00 horas), o qual correspondia ao medicamento indicado para diabetes e possui período de tolerância de atraso de 5 minutos, o paciente encontrava-se no quarto e fez o uso correto do medicamento às 16:25:19 horas. No terceiro alerta (16:35:00 horas - pressão), o paciente encontrava-se na cozinha podendo perceber facilmente o alerta. Entretanto, com o objetivo de simular o uso do medicamento incorreto, a

identificação de um medicamento diferente da esperada foi fornecida (id: 2, correspondente ao medicamento para diabetes) sendo processada pelo sistema que, por sua vez, notificou o responsável e emitiu um novo alerta ao paciente informando o erro. Após isto, as 16:36:29 a identificação do medicamento correto foi fornecida. Na sequência, um novo alerta foi emitido as 16:45:00 (diabetes), quando o paciente localizava-se na cozinha. Este alerta teve o uso do medicamento registrado às 16:48:34. Por fim, um alerta foi emitido as 17:00:00 (diabetes). Neste momento o paciente localizava-se no corredor. O controle do agente foi obtido forçando-o a permanecer neste local com o objetivo de simular um novo erro causado pelo não uso do medicamento. Ao atingir o período máximo de tolerância de atraso, que neste caso era de 5 minutos, o responsável foi notificado. A partir disto, o responsável poderá registrar o uso do medicamento no sistema.

Vale ressaltar que os valores aqui utilizados como horário de utilização de um medicamento e sua tolerância de atraso são valores fictícios, servindo apenas com o intuito de validar o sistema. Novas simulações com informações reais sobre posologia de medicamentos devem ser realizadas a fim de apresentar resultados mais próximos da realidade.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para descrever essa simulação, diversos testes foram efetuados no sentido de realizar a integração do sistema com o simulador Siafu. Isto permitiu a identificação de requisitos como, por exemplo, a necessidade da definição de um procedimento a ser seguido quando o paciente pegar um medicamento sem existir um alerta ativo. A simulação realizada foi capaz de englobar todas as funcionalidades do sistema possibilitando sua validação e demonstrando seu correto funcionamento. Com ela foi possível simular a rotina de um paciente em um Ambiente de Vivência Assistida demonstrando que é possível um melhor controle do uso da medicação sem depender da supervisão constante de outra pessoa.

Este trabalho diferencia-se de outros devido às funcionalidades de notificação ao responsável e o registro do uso dos medicamentos. Atualmente, o médico acompanha o tratamento apenas baseado em relatos do paciente (ou responsável), o qual pode esquecer detalhes importantes ou, até mesmo, omiti-los. A integração destas duas funcionalidades permite um tratamento com um acompanhamento mais preciso, com reduzido número de erros e consequente contribuição na saúde do paciente. Os registros possibilitam, também, ajustes no tratamento ou no próprio ambiente do paciente caso seja identificado um grande número de erros com determinado medicamento ou em determinado horário. Como mencionado anteriormente, neste projeto não foi desenvolvido o dispositivo físico, mas o resultado deste trabalho pode ser aplicado em outras pesquisas já existentes no mercado que apresentam apenas o dispositivo sem o acompanhamento. Exemplos podem ser encontrados, em [4] e [5]. Complementando o caso de estudo descrito em [4], supondo que a paciente citada não perceba o alerta emitido pelo sistema Guide Me, ao usar o sistema aqui proposto, ela poderá ser contatada por um familiar. Além disto, será registrado o uso ou não do medicamento e seu tratamento será, consequentemente, melhor acompanhado.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento no número de idosos na população é um fator que tem demandado novos produtos e serviços que atendam às

necessidades desta faixa etária. Áreas como AmI e AAL fazem uso de tecnologia pervasiva e ubíqua a fim de atender esta demanda. Este trabalho apresentou um sistema para auxiliar pacientes no uso de medicamentos em um ambiente AAL. Para tal, foram estudados os conceitos de tecnologias necessárias para este desenvolvimento, além da realização de uma análise em trabalhos publicados na área e, por fim, o desenvolvimento de um sistema.

Como resultado, obteve-se um sistema capaz de gerenciar a administração de medicamentos do paciente sem exigir contato direto ou interação com este. Este sistema foi validado por meio de uma simulação realizada no simulador de contexto Siafu. Entretanto, ainda sugere-se melhorias para o sistema como, por exemplo, a possibilidade de alertas simultâneos/paralelos para os medicamentos. Questões como a perda de conexão também devem ser melhor avaliadas. Com o objetivo de evitar falhas na emissão dos alertas, sugere-se manter um arquivo local com os dados registrados no sistema. Assim, ocorrendo uma perda de conexão, o alerta ainda poderá ser emitido no dispositivo. Em outro cenário, caso não seja possível contatar o responsável devido à perda de conexão, ele deverá ser alertado assim que a conexão for restabelecida.

Para a realização de testes e consequente implantação do sistema em ambientes reais, primeiramente faz-se necessário a realização de um estudo que avalie e identifique as questões éticas concernentes ao paciente. Outros aspectos que demandam forte discussão e não foram abordadas neste trabalho, são os aspectos relacionados à privacidade e segurança. Finalmente, diante dos resultados apresentados após a validação do sistema, pode-se concluir que, com sua utilização em Ambientes de Vivência Assistida, a quantidade de ocorrências de problemas devido ao uso incorreto de medicação pode diminuir consideravelmente.

9. REFERÊNCIAS

- [1] Aarts, E. e Wichert, R.. 2009. *Ambient intelligence* (pp. 244-249). Springer Berlin Heidelberg.
- [2] ERCIM NEWS. 2011. Special theme: Ambient Assisted Living. Ed. 87. Disponível em: <http://ercim-news.ercim.eu/images/stories/EN87/EN87-web.pdf>
- [3] Garcia, N.M. e Rodrigues, J.J.P. eds., 2015. *Ambient Assisted Living*. CRC Press.
- [4] García-Vázquez, J.P., Rodríguez, M.D., Andrade, Á.G. e Bravo, J.. 2011. *Supporting the strategies to improve elders' medication compliance by providing ambient aids*. *Personal and Ubiquitous Computing*, 15(4), pp.389-397.
- [5] Garcia-Vazquez, J.P., Rodriguez, M.D. e Andrade, A.G.. 2009. *Ambient Information Systems for Supporting Elder's Independent Living at Home*. In: *Distributed Computing, Artificial Intelligence, Bioinformatics, Soft Computing, and Ambient Assisted Living* (pp. 702-705). Springer Berlin Heidelberg.
- [6] Henriksen, K., Indulska, J. e Rakotonirainy, A.. 2002. *Modeling context information in pervasive computing systems*. In: *Pervasive Computing* (pp. 167-180). Springer Berlin Heidelberg.
- [7] Hwang, A.S., Truong, K.N., Cameron, J.I., Lindqvist, E., Nygard, L. e Mihailidis, A.. 2015. *Co-Designing Ambient Assisted Living (AAL) Environments: Unravelling the*

- Situated Context of Informal Dementia Care. *BioMed research international*, 2015.
- [8] Jones, V. e Jo, J.H.. 2004, December. Ubiquitous learning environment: An adaptive teaching system using ubiquitous technology. In: *Beyond the comfort zone: Proceedings of the 21st ASCILITE Conference* (Vol. 468, p. 474).
- [9] Krumm, J. ed., 2009. *Ubiquitous computing fundamentals*. CRC Press.
- [10] Machado, A. e Augustin, I.. 2013. Sistema Pervasivo de Informação em Saúde Projetado para ser Programado pelo Usuário Clínico. *Revista de Informática Teórica e Aplicada*, 20(1), pp.49-64.
- [11] Machado, A., Lichtnow, D., Pernas, A.M., Wives, L.K. e de Oliveira, J.P.M.. 2014. A Reactive and Proactive Approach for Ambient Intelligence. In: *ICEIS* (2) (pp. 501-512).
- [12] Prescher, S., Bourke, A.K., Koehler, F., Martins, A., Ferreira, H.S., Sousa, T.B., Castro, R.N., Santos, A., Torrent, M., Gomis, S. e Hospedales, M.. 2012, January. Ubiquitous ambient assisted living solution to promote safer independent living in older adults suffering from co-morbidity. In: *Proceedings of the 34th Annual International IEEE EMBS Conference*, San Diego, California, USA.
- [13] Rashidi, P. e Mihailidis, A.. 2013. A survey on ambient-assisted living tools for older adults. *Biomedical and Health Informatics, IEEE Journal of*, 17(3), pp.579-590.
- [14] J. Mark Ruscin, e Sunny A. Linnebur. 2014. Drug-related problems in the elderly. Disponível em: <http://www.merckmanuals.com/professional/geriatrics/drug-therapy-in-the-elderly/drug-related-problems-in-the-elderly>. Acesso em: 14 de agosto de 2015.
- [15] Satyanarayanan, M.. 2001. Pervasive computing: Vision and challenges. *Personal Communications, IEEE*, 8(4), pp.10-17.
- [16] SIAFU SIMULATOR. 2015. Siafu: an open source context simulator. Disponível em: <http://siafusimulator.org/> -Acesso em: 10/10/2015.
- [17] Hong Sun, Vincenzo De Florio, Ning Gui, e Chris Blondia. 2009. Promises and challenges of ambient assisted living systems. In: *Information Technology: New generations (ITNG), Sixth International Conference On*, 1201-1207.
- [18] Vergara, M., Díaz-Hellín, P., Fontecha, J., Hervás, R., Sánchez-Barba, C., Fuentes, C. e Bravo, J.. 2010, April. Mobile prescription: An NFC-based proposal for AAL. In *Near Field Communication (NFC), 2010 Second International Workshop on* (pp. 27-32). IEEE.
- [19] Weiser, M. e Brown, J.S.. 1996. Designing calm technology. *PowerGrid Journal*, 1(1), pp.75-85.