

## **AMBIENT INTELLIGENCE – CONCEITOS GERAIS, ESTADO DA ARTE E APLICAÇÕES FUTURAS**

**Luciano C. PINTO (1); Vicente F. de LUCENA, Jr. (2)**

(1) UFAM – Universidade Federal do Amazonas, CETELI – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Eletrônica e da Informação, Av. General Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 3000; CEP 69077-000; Manaus – AM; Tel: (92) 3647 4495, Fax: (92) 3647 4494; e-mail: [luciano.pinto@gmail.com](mailto:luciano.pinto@gmail.com)

(2) CEFET-AM – Centro Federal de Educação Tecnológica do Amazonas, e-mail: [lucena@cefetam.edu.br](mailto:lucena@cefetam.edu.br)

### **RESUMO**

Este artigo faz um levantamento bibliográfico acerca de *Ambient Intelligence* (AmI), com o intuito de expor os conceitos gerais envolvendo as metodologias e tecnologias vigentes que permitem dotar um determinado ambiente de inteligência, de forma que o mesmo possa monitorar a presença e interação de seus ocupantes e, baseados no seu comportamento e necessidades, se adaptar e até mesmo antecipar tais necessidades. Faz também um apanhado geral do que há de mais novo na pesquisa dessa área como, por exemplo, técnicas de modelagem e planejamento de ambientes responsivos, técnicas de monitoração comportamental dos ocupantes, com percepção cognitiva e afetiva destes para melhor reagir a suas ações e necessidades, além de outros. Ao final, propõe-se uma aplicação que visa à integração entre domótica e TV Digital, onde o sistema de segurança de uma residência será controlado de forma inteligente utilizando o set-top box da TV Digital como gateway residencial, e se comunicará com os usuários através do middleware, pela Internet, ou por conexão móvel. Assim, pretende-se chamar a atenção para uma interessante e promissora área e fomentar novos trabalhos e esforços de pesquisa e desenvolvimento em AmI.

**Palavras-chave:** Ambient Intelligence, domótica, automação residencial, smart homes.

## 1. INTRODUÇÃO

Considere o seguinte cenário: Ao chegar em casa após um cansativo dia de trabalho, uma pessoa é recebida por um amigável cumprimento e entra em uma sala confortavelmente iluminada e climatizada numa temperatura agradável. Ela então pergunta à voz que a cumprimentou se há alguma mensagem na secretária eletrônica e a mesma passa então a reproduzir as mensagens recebidas. A voz passa então a lembrá-lo do horário em que seus amigos viriam para jantar. A pessoa então percebe que ainda tem algumas horas antes de eles chegarem.

A pessoa então se vira para o monitor LCD na sala e dá um comando para que o mesmo se conecte pela Internet ao *site* do restaurante italiano que mais gosta e liste o que há no cardápio de hoje. Ela seleciona a comida que deseja e o sistema se encarrega automaticamente de fechar o pedido e debitar o valor em seu cartão de crédito. Ela dá então um comando ao mesmo monitor para que este reproduza seu programa favorito, previamente gravado.

Enquanto assiste TV, a pessoa solicita à voz que encha a banheira de água quente e a avise quando a temperatura estiver satisfatória. Ao ser avisada, se dirige ao seu quarto para se preparar para o banho. As luzes do quarto acendem ao perceber sua proximidade. O monitor LCD é desligado automaticamente quando percebe que ela saiu e não retornou depois de algum tempo, salvando o ponto exato do programa no momento em que deixou a sala.

Ela então toma o seu banho ao som de sua banda favorita, e se prepara para receber os seus amigos para o jantar. Enquanto está pondo a mesa, toca a campainha da porta e ela vê no monitor que o entregador do restaurante chegou. Algum tempo depois a campainha toca novamente e no mesmo monitor ela vê seus amigos chegarem.

Esta cena realmente se parece com um filme de ficção científica, algo que atualmente pensamos estar num futuro um tanto distante. No entanto, este futuro pode estar mais perto do que se pode imaginar. O cenário tecnológico atual tem permitido que equipamentos cada vez menores tenham cada vez mais poder de processamento e intercomunicação, e com isso novas possibilidades têm sido criadas. Hoje sensores e atuadores já podem ser conectados em redes sem fios, de forma que é possível obter uma grande quantidade de dados a respeito de um determinado ambiente ou processo, e agir sobre eles (NAKAMURA et al, 2007).

No entanto, para que um cenário como o descrito anteriormente possa se tornar realidade, não basta apenas coletar dados. É preciso dotar o sistema de inteligência para que o mesmo possa processar tais dados de forma a inferir contexto aos mesmos. Com isso é possível tornar o ambiente reativo e adaptável às nossas necessidades. É com esse objetivo que surgiu uma nova área de pesquisa, a *Ambient Intelligence (AmI)*, que busca mesclar as diferentes tecnologias que existem atualmente de forma isolada dentro do ambiente doméstico, a fim de desenvolver sistemas automatizados capazes de suprir necessidades como conforto, entretenimento, auxílio no cuidado de enfermos e idosos, segurança do ambiente, além de outras.

Mas para entender como isso é possível, primariamente é necessário definir o que é AmI e o que está envolvido em realizar o que a mesma se propõe a fazer. Na seção 2 deste artigo, faz-se um apanhado geral dos conceitos pertinentes à criação de um sistema AmI, descrevendo suas características principais, bem como os requisitos que devem ser contemplados para que tal objetivo seja alcançado. A seguir, na seção 3, discorre-se sobre algumas aplicações que têm sido realizadas por pesquisadores em todo o mundo, mostrando parte de uma vasta gama de possibilidades e objetivos que podem ser atingidos com AmI, bem como alguns dos avanços tecnológicos que têm sido alcançados também na área de Inteligência Artificial (IA), com o intuito de melhorar a capacidade e inteligência dos sistemas de Ambient Intelligence. Na seção 4, trata-se do foco de interesse do grupo de pesquisa do qual os autores fazem parte, onde se descreve em termos gerais o que já foi pesquisado e o que se planeja a seguir. E por fim, na seção 5, traz-se uma conclusão acerca do tema AmI e as considerações finais.

## 2. AMBIENT INTELLIGENCE – O QUE É?

Hoje em dia é cada vez mais comum a automatização de atividades que anteriormente eram eminentemente manuais. ATMs (*Automatic Teller Machines* – Caixas Eletrônicos), máquinas de café expresso, etc., já não são mais novidades. A comunicação está cada vez mais fácil, intuitiva e transparente ao usuário, permitindo que sistemas, anteriormente incompatíveis possam se comunicar sem que seus usuários se apercebam dos processos necessários para que isso seja possível. No entanto, dentro dos lares das pessoas a maioria desses

processos automatizados, quando existem, ocorre isoladamente, dentro de seu próprio contexto, e têm pouca ou nenhuma interação com outros sistemas de automação. A *Ambient Intelligence* vem justamente tentando mudar este paradigma.

O conceito de AmI foi introduzido em 2001 e refinado em 2002 e 2003 por ISTAG (*Information Society Technologies Advisory Group*), pertencente à Comissão Européia (ISTAG, 2001, 2002, 2003). Este termo descreve um ambiente digital que, de forma proativa, ubíqua e pervasiva, se adapta às necessidades de seus usuários, auxiliando-os em suas atividades diárias. Conforme Ras et al (2007), este ambiente deve abranger as seguintes características:

- Invisibilidade, ou seja, estar embarcado em objetos físicos no ambiente, como por exemplo, roupas, óculos, objetos, eletrodomésticos, etc., de forma que os usuários muitas vezes não estejam nem mesmo cientes de que estão interagindo com o sistema;
- Mobilidade, isto é, a capacidade de ser transportado de um ponto físico para outro, ou de poder reconhecer uma determinada interação do usuário, independente da localização física do mesmo dentro do ambiente;
- Heterogeneidade e hierarquia, onde os nós são compostos de diferentes tipos de sistemas, com diferentes funcionalidades, poderes computacionais e níveis de subordinação;
- Percepção de contexto, ou seja, os sistemas são capazes de perceber o ambiente em que estão inseridos e também reconhecer outros componentes que fazem parte da mesma atividade à qual são aplicados, permitindo uma comunicação espontânea entre eles, a fim de completarem seus objetivos em comum de forma cooperativa;
- Antecipação, onde os sistemas são capazes de atuar por si próprios para prever e suprir suas próprias necessidades ao desempenhar uma tarefa, sem necessidade de intervenção externa;
- Interação multimodal com os usuários, da forma mais natural possível, através de voz, reconhecimento de gestos, ou outras formas de entrada e saída de dados, sem necessitar de periféricos como teclado, mouse, etc.;
- Observação e aprendizado acerca do comportamento dos usuários e sua interação com o ambiente ao desempenharem suas atividades diárias, bem como adequação às necessidades físicas e emocionais dos mesmos;
- Adaptabilidade, permitindo que os sistemas reajam a situações anormais de forma flexível.

De acordo com ISTAG (2003), para que essas características sejam possíveis, é necessária a aplicação de uma vasta gama de tecnologias tais como materiais inteligentes, sistemas micro-eletromecânicos, tecnologias de sensores, comunicação sem fios, interfaces de comunicação inteligentes, softwares adaptativos, etc. Além disso, é necessário dotar o sistema da capacidade de interpretar os dados recebidos de forma correta e reagir a eles adequadamente. É nesse contexto que métodos e técnicas de IA passam a ter um papel fundamental em AmI.

Visto que um sistema AmI estará distribuído num ambiente físico, o mesmo precisa estar ciente do estado atual de tal espaço (RAMOS et al, 2008). Isso envolve a análise de vários parâmetros de sensoriamento. O sistema deve ser capaz de receber os diferentes dados de entrada dos sensores espalhados pelo ambiente, e perceber quais objetos do ambiente estão sendo usados, onde estão localizados, perceber a presença de ocupantes do ambiente, monitorar suas atividades e estar pronto para responder a comandos, muitas vezes simultâneos, de diferentes usuários, sempre usando a interface mais adequada para cada usuário. E este é um dos aspectos que mais demanda do sistema, em termos de processamento.

Adicionalmente, a forma mais natural de interação para os seres humanos é a linguagem, quer seja escrita ou falada. Então é de se esperar que o sistema seja capaz de diferenciar comandos direcionados a ele de uma conversação normal. Isso por si só já demanda uma razoável capacidade de Inteligência Artificial, para que se possa identificar os fonemas no comando captado. Isso envolve processamento de sinais e reconhecimento de padrões. A seguir é necessário concatenar esses fonemas e identificar as palavras resultantes. A partir de então, o sistema precisa interpretar os comandos em linguagem natural, o que demanda uma análise sintática do comando, seguida de uma análise semântica, permitindo que o sistema compreenda o contexto em que o comando foi dado.

A definição desse contexto é outra faceta extremamente importante e complexa dentro da IA, pois os ambientes do mundo real não são absolutos, mas caracterizados por incerteza e incompletude (RAMOS et al, 2008). Os seres humanos lidam com informações que podem estar parcialmente certas ou erradas, ou até mesmo incompletas, mas são capazes de interpretá-las e processá-las adequadamente, visto que têm um conhecimento prévio do contexto em que são adquiridas, além de terem uma capacidade de processamento cognitivo e de inferência muito maiores do que qualquer sistema de IA até então criado. Assim, técnicas de representação de conhecimento e interpretação cognitiva são necessárias para gerenciar a quantidade de informação existente e estruturá-la de forma a torná-la mais fácil de ser manipulada por sistemas de IA, habilitando-os a tomar decisões corretas ao se deparar com informações incompletas. Muitos pesquisadores têm utilizado Redes Bayesianas, lógicas fuzzy, ontologias e outras técnicas para gerar uma base de conhecimento dinâmica, onde o sistema está em constante aprendizado, realimentando-se com suas próprias experiências e com a observação dos usuários. Afinal, não existe inteligência sem conhecimento, e não há conhecimento sem aprendizado.

Para realizar essa modelagem, o conceito de multi-agentes é bastante apropriado, visto que o mesmo enfatiza habilidades sociais tais como comunicação, cooperação, resolução de conflitos, negociação, argumentação e emoção. Isso permite que os problemas encontrados no mundo real sejam resolvidos de forma concorrente, cooperativa e satisfatória, sem a necessidade de se buscar soluções ótimas, o que agiliza a resolução dos mesmos. Agentes também são adequados para mapear entidades reais, tais como objetos, salas, carros, pessoas, etc.

Outra característica que envolve inteligência dentro de AmI é a capacidade do sistema de planejar decisões e ações de forma deliberativa, executando somente o que foi previamente estabelecido, ou de forma reativa, se adequando a uma situação inesperada durante a execução de uma determinada tarefa. Ou pode até mesmo fazer uma combinação dos dois modos. Além disso, é importante ter em mente que planejamento e otimização andam lado a lado. Por este motivo, torna-se útil lançar mão de metodologias de inteligência computacional baseadas em sistemas naturais, como algoritmos genéticos, colônias de insetos, etc. Isso é importante para que o sistema seja capaz de dar sugestões inteligentes aos usuários, e ainda assim reagir corretamente às suas decisões, mesmo que elas não se conformem com o que foi sugerido.

Uma vez que o foco de AmI é a interação com humanos, o sistema deve considerar todos os fatores envolvidos, inclusive sociais e emocionais. Assim é importante também dotar o sistema de mecanismos que permitam o mesmo inferir mudanças emotivas nos participantes, e perceber quando certa interação é apropriada ou não do ponto de vista social. Por exemplo, no cenário citado no início deste artigo, não seria adequado interromper o anfitrião para verificar se o mesmo gostaria de assistir seu programa de TV favorito, enquanto há convidados. O mesmo se daria se o usuário estivesse de mau humor. E todos esses aspectos são alvos de pesquisa em IA, e muito certamente também são pertinentes a AmI.

A Figura 1 dá uma idéia de como estaria estruturado um sistema AmI do ponto de vista de IA (RAMOS et al, 2008). Pode-se perceber a organização do sistema em camadas: a operacional, onde estão focados os sensores, atuadores, sistemas de comunicação e armazenamento de dados, etc., e a inteligente, onde são gerenciados os aspectos de IA, como bases de conhecimentos, ontologias, reconhecimento de padrões, linguagem natural, metodologias de aprendizado, tomadas de decisão, percepção cognitiva e emotiva, e assim por diante. Tudo isso interagindo com os usuários de forma ubíqua e pervasiva através do ambiente.

É certo que nem tudo o que foi descrito aqui é atualmente possível no estado atual de evolução de AmI e IA, mas isto certamente é um estímulo para pesquisas adicionais nesta área. E esse interesse já vem produzindo resultados. Na seção seguinte serão mostrados alguns dos avanços neste campo, tanto em aplicações de AmI quanto na modelagem da IA utilizada.

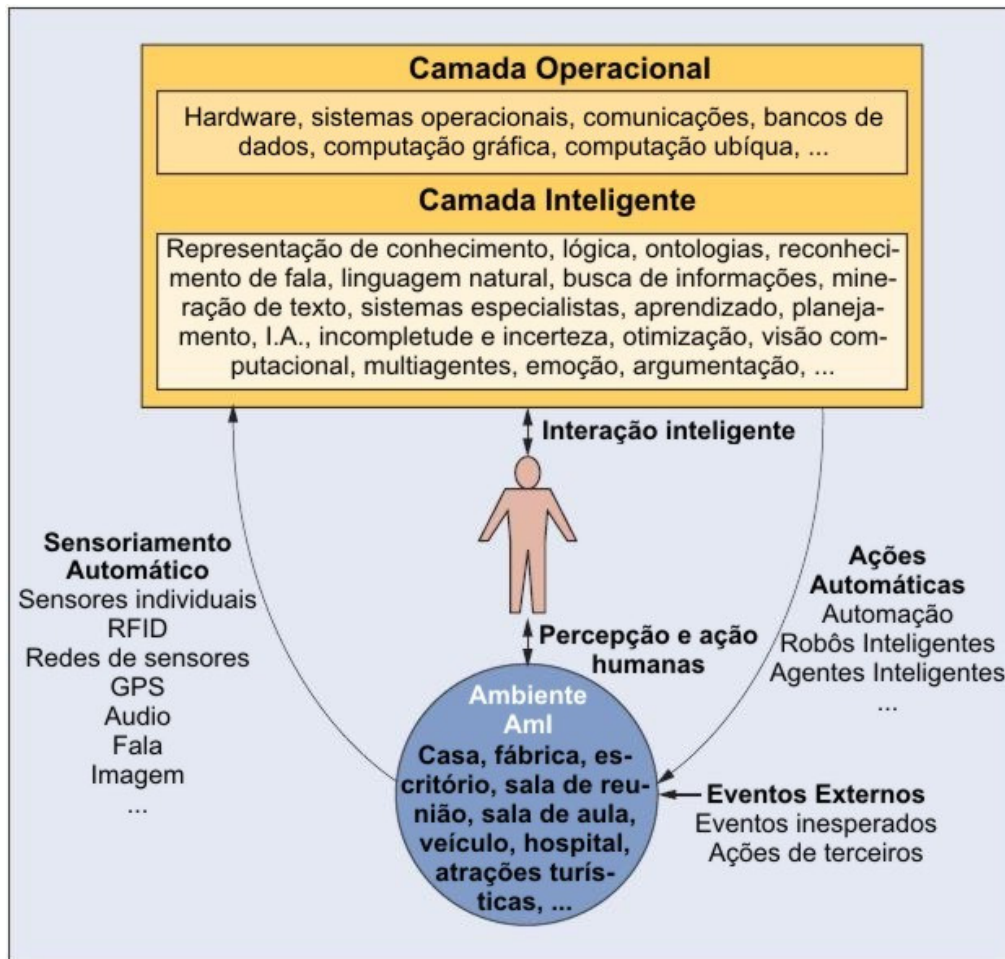


Figura 1 - AmI do ponto de vista de IA (Ramos et al (2008)).

### 3. EXEMPLOS DE APLICAÇÕES EXISTENTES

O conceito de AmI não se resume apenas às residências, mas pode ser utilizado nas mais diversas aplicações – casas, carros, escritórios, museus, hospitais – todos esses ambientes podem ser automatizados e dotados de inteligência. Esta seção trará alguns casos de uso da utilização de AmI no cuidado e tratamento de pessoas idosas, doentes ou com algum tipo de deficiência. Trará também um exemplo de utilização na apresentação, gerenciamento e segurança de patrimônios culturais como locais e artefatos históricos. E por fim, trará alguns dos avanços feitos em IA na modelagem de bases de conhecimento e percepção de contexto.

#### 3.1. AmI aplicado em *Health-care*

Com as mudanças sociais e demográficas em todo o mundo, aliadas ao avanço tecnológico na medicina e em cuidados com a saúde, a expectativa de vida das pessoas vem crescendo continuamente e, associada a isso, a incidência de doenças crônicas. Isso resultará em um crescimento da necessidade de assistência e cuidados médicos nos anos à frente. Isto tem tornado a área de cuidados com a saúde um ponto central na pesquisa de novos sistemas e tecnologias que auxiliem pessoas idosas, doentes ou com algum tipo de limitação a levar uma vida o mais normal possível, pelo maior tempo possível. E este cenário é adequado para AmI, comprovado pelo interesse que a comunidade científica tem demonstrado, ao responder com propostas que visam dotar os ambientes da capacidade de monitorar os sinais vitais e o comportamento de pessoas idosas, e auxiliá-las em suas atividades diárias.

Por exemplo, Corchado et al (2008) desenvolveram um sistema AmI que integra multi-agentes, equipamentos móveis, RFID, e tecnologia Wi-Fi, capaz de identificar, gerenciar e otimizar as atividades em um hospital geriátrico, controlando, por exemplo, a localização dos pacientes, seu cronograma de medicamentos e atividades, além de gerenciar os turnos e localizações das enfermeiras e médicos que estão encarregadas de cada paciente. Dessa forma, é sempre possível determinar com precisão onde cada paciente se encontra e qual enfermeira ou médico deve ser contatada caso haja uma emergência. Além disso, permite

que haja uma distribuição mais coerente das atividades, evitando que uma determinada enfermeira fique sobrecarregada de trabalho, enquanto que outra fique sem atividades. Outra vantagem é que as informações sobre os pacientes estão sempre prontas, facilmente acessadas e atualizadas através de PDAs dotados de conexão *wireless*. O sistema também monitora as atividades e mantém uma estimativa de quanto tempo cada atividade necessita para ser realizada e, baseado nesses dados, compõe uma sequência de atividades. Os resultados mostram que o sistema foi capaz de reduzir significativamente o tempo gasto em algumas atividades indiretas, tais como preenchimento de formulários e relatórios, monitoração e visitas periódicas a pacientes, etc. Assim as enfermeiras têm mais tempo para se dedicar ao tratamento dos pacientes, sem que necessitem trabalhar além do seu turno. Por fim, o sistema também controla os aspectos de segurança, monitorando portas e elevadores, de forma que somente pessoas autorizadas possam ter acesso a áreas restritas.

Outro estudo, realizado por Ras et al (2007) já visa criar um ambiente preparado para auxiliar e monitorar idosos em casa, permitindo os mesmos terem uma vida mais independente, ainda dentro do convívio familiar. Esse sistema foi desenvolvido de uma forma simples de operar e trata três domínios principais: serviços de tratamento emergencial, serviços de aumento de autonomia e serviços de conforto. Ele foi instalado em um laboratório simulando um ambiente residencial, e foi equipado com diferentes tipos de sensores, capazes de monitorar as rotinas diárias, mantendo um registro das atividades dos usuários, além de detectar de forma antecipada emergências como, por exemplo, quedas súbitas. Também é capaz de monitorar os dados vitais do ocupante e em casos de necessidade, contatar os serviços de emergência ou parentes, além de possuir uma unidade robótica móvel para transportes emergenciais.

Outros exemplos de estudos em *health-care* dignos de nota, mas que não serão abrangidos neste artigo são os realizados por Litz et al (2007) que mostra outra implementação visando auxiliar idosos em suas atividades diárias dentro de casa, e Sánchez et al (2008), que aplica AmI em um hospital.

### **3.2. Aplicação em Gestão de Patrimônios Culturais**

O estudo desenvolvido por Constantini et al (2008) enfoca outra área em que AmI pode ser utilizado eficientemente, visando o conforto e conveniência de usuários de museus e pontos turísticos, bem como garantindo a segurança do patrimônio histórico. Esse sistema, chamado DALICA, foi utilizado em Villa Adriana, na Itália. Ele abrange dois cenários distintos: o *cultural assets fruition* (CAF), que auxilia os visitantes através da disseminação de informações acerca do ponto turístico diretamente em seus dispositivos móveis, de forma apropriada e personalizada; e o *cultural assets monitoring* (CAM), que permite a monitoração remota de obras e peças de valor cultural durante seu transporte entre organizações, como por exemplo, de um museu para outro.

No cenário CAF, um agente auxilia e guia cada usuário durante sua visita por sugerir rotas e informações apropriadas, de acordo com suas preferências pessoais. Tais são previamente definidas, de uma forma mais generalizada, através de um cadastro num *web site* ou na recepção do local. Essas informações preliminares são então incrementadas, à medida que o visitante vai percorrendo as rotas sugeridas, com informações que o sistema vai coletando, como por exemplo, os pontos por onde o visitante passou, quanto tempo ficou em cada lugar e a correlação entre os tipos de locais visitados de forma que se possa identificar um assunto de interesse do visitante e assim sugerir outro local que lhe chame atenção. O sistema também auxilia no controle do tempo total da visita, que é limitado, por avisá-lo quando seu tempo estiver acabando e sugerindo rotas alternativas de acordo com suas preferências. Caso o oposto ocorra, ou seja, o visitante tenha terminado o roteiro padrão e ainda tenha tempo disponível, o sistema dará sugestões de outros pontos de interesse que estejam próximos. E caso o visitante, inadvertidamente ou não, entre numa área restrita, o sistema o alertará do fato, bem como à segurança do local, de forma que o visitante não corra riscos em áreas perigosas, ou que não haja qualquer dano ao sítio arqueológico. E, ao final da visita, o turista receberá uma coletânea de informações e imagens dos pontos visitados, de forma que ele tenha uma lembrança da visita à Villa Adriana. A Figura 2 mostra como o sistema expõe ao visitante as informações a respeito dos pontos visitados, bem como da rota turística utilizada, lançando mão de imagens de satélite dos locais e fotos detalhadas dos pontos de interesse (CONSTANTINI et al, 2008).



**Figura 2 - Visão de satélite, fotos e informações adicionais dos pontos turísticos, junto com a rota escolhida (Constantini et al (2008)).**

Já no cenário CAM, agentes monitoram o transporte de obras de arte e peças arqueológicas para aumentar a segurança. Sensores embalados nos pacotes de cada peça coletam dados do ambiente e monitoram mudanças nos mesmos, permitindo que o sistema detecte um possível roubo. O sistema monitora a posição dos pacotes para verificar se estão percorrendo a rota correta, bem como dados ambientais como temperatura, umidade, intensidade da luz e a posição em relação aos outros pacotes, de forma que é possível verificar se uma das embalagens foi violada, ou se um dos pacotes foi extraviado. O sistema é inteligente o suficiente para diferenciar uma possível violação de um pacote, de mudanças ambientais que podem naturalmente ocorrer durante o transporte.

### **3.3. Definição de Bases de Conhecimento Através de Técnicas de IA**

Como já mencionado anteriormente, o ponto central da AmI é a interação homem-máquina em um ambiente proativo e responsivo, e a suas características peculiares exigem uma abordagem bastante diferente no momento da aquisição e apresentação de informações, que devem ser feitas de um modo adequado às necessidades e habilidades dos usuários.

Visto que um sistema AmI deve ser invisível, a interação deve ser quase imperceptível – o usuário não precisa estar ciente da presença do sistema para interagir com ele ao realizar uma determinada tarefa, ou seja, o sistema deve auxiliar nessa tarefa sem a necessidade de indagar ao usuário o que deve fazer. Além disso, o sistema também precisa levar em conta as condições sociais e emocionais dos usuários e se adaptar a elas. Para este fim, um sistema de AmI deve ser capaz de perceber que atividades o usuário está realizando, aprender como realizar esta tarefa e o que pode ser realizado de forma automática (RAS et al, 2007). Assim, uma base de conhecimento de contextos e tarefas precisa ser criada.

Vários estudos têm sido realizados com esse objetivo, utilizando técnicas variadas de IA, além de modelos matemáticos e estatísticos, como por exemplo, HMM (*Hidden Markov Model*), lógicas fuzzy, redes neurais e Bayesianas. Por exemplo, em Jacquet et al (2007) é proposto um modelo de apresentação de informações personalizadas em terminais informativos em aeroportos e estações de trem, de forma que os usuários, ao se aproximarem de tais, possam obter informações sobre seus vôos, de forma adequada às suas necessidades. Por exemplo, um passageiro com deficiência visual receberia suas informações através de auto-falantes, ao passo que um deficiente auditivo receberia as mesmas através de texto ou imagens.

Outro estudo interessante é o apresentado por Rizopoulos (2007), onde é feita a modelagem das atividades envolvidas na interação com um sistema AmI através de Teorias de Atividade e Ação Situada, onde uma atividade é estruturada como um determinado **ator**, que realiza uma sequência de **ações** a fim de alcançar um **objetivo**. Esta modelagem consiste em três camadas interconectadas. A primeira delas define o nível de contexto social, onde estão representadas os relacionamentos entre atores, bem como as regras de interação, além de manter um histórico de interações anteriores, tendo como foco central as atividades realizadas. Já a segunda camada corresponde ao ambiente propriamente dito, que trata das eventuais oportunidades de interação entre usuários e sistemas, percebendo quando um ator está dentro do raio de ação de um



determinado ponto de interação e ficando preparado para reagir a este ator. E, por fim, o nível de artefato, onde é modelada a interação entre o ator e um artefato, durante a execução de uma determinada tarefa.

Um terceiro estudo digno de nota, realizado por Schultheis (2007), onde é feita a análise do estado emocional dos usuários de um sistema AmI através do monitoramento de sinais biométricos. Isso é feito através de uma técnica de reconhecimento de padrões chamada DBLVQ (*Dynamic Batch Learning Vector Quantization*), desenvolvida pelo autor, que se mostrou precisa no reconhecimento de situações com padrões de difícil detecção, além de ser capaz de diferenciar uma grande quantidade de sinais fisiológicos.

Outras aplicações de interesse podem ser encontradas em Preuveneers et al (2008) que mostra como desenvolver percepção de contexto em sistemas com componentes de capacidade limitada, Vainio et al (2008), que mostra a utilização de lógicas fuzzy para a criação de bases de conhecimento e percepção de contexto, Lu et al (2007), que descreve como utilizar uma rede de sensores sem fio para mapear as atividades em um sistema AmI, e por fim Monekosso et al (2007) que mostra outra forma de monitoramento de comportamento através de sensores.

#### **4. PROPOSTAS DE TRABALHO NA UFAM.**

Um campo de pesquisa interessante é a integração da TV Digital em um sistema de automação residencial, aproveitando-se do poder computacional de um set-top box para automatizar alguns serviços, como por exemplo, controle de temperatura ou monitoração de segurança dentro do ambiente doméstico. E este tem sido o objetivo do SIGSEA (*Special Interest Group of Software Engineering and Automation*) da Faculdade de Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas, do qual os autores deste artigo fazem parte, juntamente com outros oito pesquisadores.

Por exemplo, pesquisas já foram desenvolvidas na utilização da TV Digital como interface com o usuário para monitoração e controle de sensores sem-fios, usados na medição da temperatura de um ambiente. Este sistema permite que o usuário, através do controle remoto do set-top box da TV Digital possa acessar os dados coletados pelos sensores espalhados no ambiente e possa controlá-los. Esse controle é possível, pois o próprio está conectado ao *gateway* residencial via uma rede doméstica, que por sua vez está conectada à Internet. Isso permite que o controle também seja feito via navegador, acessando-se o servidor remotamente. Outra possibilidade é o acesso a esses sensores através de dispositivos móveis conectados à Internet por redes Wi-Fi, como telefones celulares ou PDAs.

Pesquisas adicionais serão realizadas com o objetivo de utilizar o poder de processamento do próprio set-top box para realizar essas funções, de forma que o mesmo possa substituir o *gateway* residencial. Outra aplicação que será pesquisada é a monitoração e controle do sistema de alarmes da casa, onde sensores de movimento e de abertura de portas e janelas serão controlados pelo set-top box, que por sua vez, alertará os usuários por mensagens SMS ou e-mail através da sua conexão com a Internet e com redes de telefonia.

#### **5. CONCLUSÃO**

Este artigo mostrou de uma maneira geral quais as perspectivas futuras em termos de desenvolvimento de ambientes inteligentes e como os mesmos podem ser de auxílio na realização de atividades diárias. Pode-se dizer que este objetivo foi alcançado, pois se pôde ter uma idéia clara do que consiste a *Ambient Intelligence* e o que está envolvido em termos de tecnologia e técnicas necessárias para implementá-la. Fica claro também que há ainda muito campo para pesquisas, de forma a dotar os ambientes com cada vez mais inteligência e desenvolver novas aplicações para AmI. E é isso que torna a pesquisa em AmI tão interessante e promissora.



## REFERÊNCIAS

IST Advisory Group (ISTAG). *Scenarios for Ambient Intelligence in 2010*. **European Commission**, Sevilha, Fevereiro de 2001.

\_\_\_\_\_. *Strategic Orientations & Priorities for IST in FP6*. **European Commission**. Luxemburgo. Junho de 2002.

\_\_\_\_\_. *Ambient Intelligence: From Vision to Reality*. **European Commission**. 2003.

CONSTANTINI, S.; MOSTARDA, L.; TOCCHIO, A.; TSINTZA, P. *Dallica: Agent-Based Ambient Intelligence for Cultural-Heritage Scenarios*. **IEEE Intelligent Systems**. 34-41, March/April 2008.

CORCHADO, J. M.; BAJO, J.; ABRAHAM, A. *GerAmi: Improving Healthcare Delivery in Geriatric Residences*. **IEEE Intelligent Systems**. 19-25, March/April 2008.

JACQUET, C.; BELLIK, Y.; BOURDA, Y. *KUP: A Model for the Multimodal Presentation of Information in Ambient Intelligence*. In: 3<sup>rd</sup> IET INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT ENVIRONMENTS. **Anais:...** 24-25 de Setembro de 2007. p. 432-439.

LITZ, L.; GROSS, M. *Covering Assisted Living Key Areas based on Home Automation Sensors*. In: PROCEEDINGS OF THE 2007 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON NETWORK, SENSING AND CONTROL. Londres. **Anais...** Londres, 15-17 de Abril de 2007. p. 639-643.

LU, C.; HO, Y.; FU, L. *Creating Robust Activity Maps Using Wireless Sensor Network in a Smart Home (MoRP-B04.3)*. In: PROCEEDINGS OF THE 3<sup>rd</sup> ANNUAL IEEE CONFERENCE ON AUTOMATION SCIENCE AND ENGINEERING. Scottsdale. **Anais:...** Scottsdale, Arizona, USA. 22-25 de Setembro de 2007. p. 741-746.

MONEKOSSO, D.; REMAGNINO, P. *Monitoring Behavior with an Array of Sensors*. **Computational Intelligence**. v. 23, n. 4, p. 420-438, 2007.

NAKAMURA, E.; LOUREIRO, A.; FRERY, A. *Information Fusion for Wireless Sensor Networks: Methods, Models and Classifications*. **ACM Computing Surveys**, v. 39, n. 3, art. 9, Agosto de 2007.

PREUVENEERS, D.; BERBERS, Y. *Encoding Semantic Awareness in Resource-Constrained Devices*. **IEEE Intelligent Systems**, p. 26-33, March/April 2008.

RAMOS, C.; AUGUSTO, J.; SHAPIRO, D. *Ambient Intelligence – The Next Step for Artificial Intelligence*. **IEEE Intelligent Systems**, 15-18, March/April 2008.

RAS, E.; BECKER, M.; KOCH, J. *Engineering Tele-Health Solutions in the Ambient Assisted Living Lab*. In: 21<sup>st</sup> International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (AINAW'07), IEEE, **Anais:...** vol. 2, p. 804-809, 2007.

RIZOPOULUS, C. *An Activity-Based Perspective of Interacting with Ambient Intelligence Systems*, In: 3<sup>rd</sup> IET INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT ENVIRONMENTS. **Anais:...** 24-25 de Setembro de 2007. p. 81-88.

SÁNCHEZ, D.; TENTORI, M.; FAVELA, J. *Activity Recognition for the Smart Hospital*, **IEEE Intelligent Systems**, March/April 2008, 50-57.

SCHULTHEIS, H. *IPRA – Enhancing the Sensing Abilities of Ambient Intelligence*, **Computational Intelligence**, v. 23, n. 4, 2007, 465-483.

VAINIO, A.; VALTONEN, M.; VANHALA, J. *Proactive Fuzzy Control and Adaptation Methods for Smart Homes*, **IEEE Intelligent Systems**, March/April 2008, 42-49.