

DOI: 10.33947/2316-7394-v7n1-3699

ESTUDO COMPARATIVO SOBRE A COMPUTAÇÃO UBÍQUA E SUAS APLICAÇÕES**COMPARATIVE STUDY ON UBIQUITOUS COMPUTING AND ITS APPLICATIONS**Fabio Fonseca Barbosa Gomes¹, Leandro Fernandes de Oliveira², Danilo de Jesus Santos³**RESUMO**

Este artigo visa explicar e conceituar a presença da computação ubíqua e pervasiva em ambientes utilizando sensores e atuadores. A ideia central deste tema é que o usuário não perceba que estes computadores fazem parte da vida dele e que estão, em verdade, espalhados em todos os lugares do ambiente e interagindo entre si e, principalmente, com o usuário. Esta tecnologia chega para solucionar problemas de medições em locais de difícil acesso, onde seja difícil a interação humana. É um ambiente em que pode ser aproveitado para o conceito de “casa inteligente”. Com isso, o usuário terá mais conforto e comodidade, enquanto os dispositivos estão atuando de forma silenciosa, constantes e interconectados por uma rede sem fio.

PALAVRAS-CHAVE: Ubíqua. Sensores. Computação e convergência.

ABSTRACT

This paper aims to explain and conceptualize the presence of ubiquitous and pervasive computing in environments using sensors and actuators. The central idea of this theme is that the user does not realize that these computers are part of his life and that they are scattered everywhere in the environment and interacting with each other and especially with the user. This technology is enough to solve measurement problems in hard to reach places where human interaction is difficult. It is an environment in which it can be harnessed to the concept of “smart home”. This will give you more comfort and convenience, while your devices are acting quietly, constantly and interconnected over a wireless network.

KEYWORDS: Ubiquitous. Sensors. Computation and convergence.

¹ fabiofbg@gmail.com. Faculdade UNINASSAU. Centro Universitário UNIRB, Fac. Dom Pedro II e IFBA

² leandrofero@gmail.com. Faculdade UNINASSAU. Centro Universitário UNIRB, Fac. Dom Pedro II e IFBA.

³ danilo2007_@hotmail.com. Faculdade UNINASSAU. Centro Universitário UNIRB, Fac. Dom Pedro II e IFBA.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o mundo vem passando por muitas transformações e o uso da computação vem se tornando cada vez mais importante e necessário na sociedade. Por isso, o uso da computação ubíqua e pervasiva vem aumentando ano após ano. Com a demonstração dos mais variados tipos de tecnologias, sensores e atuadores, o leitor terá uma maior noção do uso destes equipamentos para a utilização de uma determinada tecnologia para o contexto adequado a ela (Araujo, 2003). O objetivo da computação ubíqua é que o usuário se torne o ponto chave da interação com os dispositivos. Para que isso ocorra, todos os equipamentos (geladeiras, máquina de lavar, interruptores de luz etc) estarão com computadores embutidos e eles serão dos mais variados tipos, formatos e tamanhos.

Existem, também, *softwares* diferentes funcionando em sua base de dados, mas todos eles interagirão de forma que o usuário se mantenha conectado, essa interação será baseada no uso de um *middleware*. Este *software* é um sistema voltado à padronização dos mais variados tipos de dispositivos. Com isso, o usuário se tornará menos consciente dos computadores, interagindo com eles, mas sem notar a existência deles. Essa é a ideia da utilização da computação ubíqua e pervasiva e, neste artigo, vamos entender o funcionamento dos sensores e dos atuadores neste processo (Perozzo; Zamberlan, 2012), (Wedling, 2010).

Atuadores e sensores estão espalhados por todos ambientes da sociedade, tanto nas áreas educacionais, governamentais, industriais, médicas etc. Com a introdução do conceito de ontologia de contexto agregado através dos middlewares (aplicativo que fazem a padronização dos hardwares com o ambiente), a computação ubíqua e pervasiva vêm para fazer com que todos esses dispositivos possam estar conectados uns com os outros e interagirem de forma mais natural com o usuário que os está utilizando naquele momento.

Portanto, o objetivo deste artigo é apresentar e comparar algumas tecnologias que utilizam sensores e atuadores utilizando o *middleware* como intermediário para a comunicação entre eles. Inicialmente, será feita uma breve introdução sobre o tema, na

próxima seção do artigo serão descritos os conceitos iniciais de computação ubíqua e pervasiva, além da atuação dos sensores e atuadores. Na terceira seção, serão vistos casos de funcionamento de sensores e atuadores na computação ubíqua e, por fim, serão explicadas as conclusões deste artigo.

2. COMPUTAÇÃO UBÍQUA E PERSASIVA UTILIZANDO A MOBILIDADE

As situações de computação ubíqua e pervasiva ocorrem quando existe o uso de dispositivos de tecnologia da informação. Eles são incorporados ao meio, de forma que ele esteja tão agregado ao ambiente que o usuário não irá notar a sua presença no meio. Mesmo assim, esses dispositivos irão interagir com o usuário e, também, irão interagir entre si. Existe uma grande confusão na definição do tema, pois muitos se confundem com computação móvel, mas na verdade a computação móvel é apenas uma das ferramentas utilizadas pela computação ubíqua e pervasiva (Menezes; Figueiredo, 2019).

Na computação móvel, os usuários irão utilizar um dispositivo de forma portátil, ou seja, em movimento. O computador é um dispositivo que não está mais fixo em um ambiente, ele pode ser transportado e utilizado ao mesmo tempo, mas não é ubíquo. Ou seja, se a pessoa está utilizando um equipamento em uma rede sem fio wireless e sair da área desta rede, o computador irá perder a conexão e informará ao usuário. Já na computação ubíqua e pervasiva, o computador procuraria uma rede alternativa. Com isso, seria reestabelecida a conexão sem que o usuário tivesse consciência que a rede foi desconectada e reconectada novamente (Araujo, 2003).

O termo “ubíqua” existe devido à necessidade de mesclar a computação móvel com a pervasiva. Sendo que a computação pervasiva é aquele tipo em que os dispositivos estão invisíveis aos olhos do usuário, ou seja, estão escondidos. Um exemplo disso seria o uso de uma *smartv*, neste caso temos uma televisão que na verdade é um computador com recursos de televisão. O usuário não percebe, mas está utilizando um computador. Agora, a televisão consegue acesso, através da rede sem fio residencial, com um dispositivo como um sensor de presença, se o sensor detectar a presença do usuário, a televisão irá ser ligada auto-

maticamente (Menezes; Figueiredo, 2019).

A computação ubíqua e pervasiva deve ser capaz de captar essas informações através do uso de sensores ou de atuadores, processá-las e se conectar com os outros dispositivos através de alguma tecnologia de comunicação e realizar a ação que o usuário deseje. Um grande exemplo da importância da computação ubíqua e pervasiva pode ser visto na Figura 1, que é a WoT (*Web of Things* - Internet das Coisas), que surge para mudar completamente o paradigma quanto ao uso da Internet. Com ela todos os acessórios de uma casa e até de uma parte do corpo de uma pessoa passarão a ter acesso à internet e, também, a se comunicar entre si (França, 2011).



Figura 1: Internet das Coisas (RSI, 2019)

Assim, um usuário pode, por exemplo, estar utilizando uma camisa com acesso à internet que pode estar utilizando sensores térmicos para fazer a detecção da temperatura daquele ambiente naquele momento. Além disso, ele pode estar passando esta mesma informação para a sua rede interna na calça do usuário e enviando as informações pela internet utilizando uma rede sem fio, por exemplo (França, 2011).

“A *Web* das Coisas propõe que a web atual seja estendida de modo a incorporar objetos e dispositivos embarcados do mundo real como qualquer outro serviço *web*. A extensão da web proposta pela WoT é realizada através da adoção do protocolo HTTP como protocolo de aplicação. Isso significa que esse protocolo deve ser utilizado como interface base para realizar toda a interação com os recursos disponíveis” (França, 2011).

A WoT precisa de uma infraestrutura adequada para o seu funcionamento e uma das partes mais importantes desta tecnologia é chamada de REST

(*Representational State Transfer* – Transferência de Estado Representativo), é um conjunto de princípios para construção de sistemas para uma arquitetura orientada a recursos. Esta tecnologia é uma arquitetura de software que é aplicada no desenvolvimento de sistemas chamados de *RESTful*. Estes recursos são definidos como um determinado componente importante para que se torne endereçável para a *Web* e ele será acessado pelo cliente e transferido a um mesmo servidor (França, 2011).

3. SENSORES E ATUADORES

3.1 Sensores

Sensores podem ser dispositivos que são pequenos computadores e podem realizar diversas funções. Eles podem detectar a presença de um objeto, a temperatura do ambiente e através de uma das ações detectadas ele irá tomar uma determinada ação os sensores podem ser de dois tipos, analógicos e digitais. Os sensores analógicos correspondem a qualquer valor existente, enquanto os digitais irão manter apenas dois valores, este tipo de sensor pode ser utilizado para converter qualquer valor do meio natural em meios binários.

Exemplo: caso uma pessoa esteja em uma sala o sensor irá mudar sua programação para ligado (1) e uma lâmpada poderá acender e quando o sensor detectar que não tem mais nenhum indivíduo naquela sala, ele modificará sua programação para desligado (0), com isso a lâmpada irá ser desligada (Weddling, 2010).

Para Weddling (2010), existe outro tipo de dispositivo chamado de transdutor, que é muito confundido com os sensores, mas este dispositivo em especial irá englobar o sensor e circuitos de interface que são utilizados para aplicações específicas na área industrial. Para a escolha dos sensores, o ideal é verificar uma série de características, uma delas é verificar o tipo de saída de dados, se é digital ou analógico. É importante verificar outras características tais como: alcance, linearidade (só funciona para sensores analógicos) e velocidade de resposta.

Os sensores são classificados de acordo com a forma que eles capturam a informação, são eles:

- Sensores mecânicos: irão sensoriar movimentos, detectar presenças utilizando re-

curiosos como chaves, mas a grande desvantagem deste tipo de sensor é que as peças poderão se desgastar com o tempo e, com isso, o sensor terá a maior chance de ter problemas (Wedding, 2010).

- Sensores biológicos: bastante utilizados, principalmente no meio médico. Isto porque ele é o principal responsável pela medição de diversos parâmetros que definem a saúde humana, tais como: batimentos cardíacos, respiração, atividade neural, dentre outros (Sene *et al.*, 2006).
- Sensores magnéticos ou *Reed-Switch*: as chaves são acionadas por sensores magnéticos gerados por ímãs, por isso eles também são considerados como mecânicos.
- Sensor fotoelétrico: este tipo de sensor é sensível a luz.
- Sensores piroelétricos: detecta a presença de radiação infravermelha e, com isso, são ativados.
- Sensores capacitivos irão gerar um campo eletroestático, guardando algum tipo de modificação neste campo para realizar uma determinada ação.
- Sensores indutivos: procura elementos metálicos que atravessem o campo magnético gerado por eles.
- Sensor Ultrassônico: procura por ondas sonoras e, ao detectar, irá realizar algum tipo de ação (Wedding, 2010).

Além dos sensores citados anteriormente, os autores Menezes e Figueiredo (2019) utilizam uma solução em sua proposta, chamada de sensor virtual. Este tipo de sensor é capaz de realizar medições e monitoramentos indiretos de condições abstratas, após receberem dados de baixo nível como entrada.

3.2 Atuadores

Os atuadores são dispositivos que convertem a energia elétrica, pneumática ou hidráulica em energia mecânica, estes dispositivos são divididos nos seguintes tipos: hidráulicos, pneumáticos e eletromagnéticos. Eles são dispositivos que funcionam de forma parecida com o sensor, mas tem o diferencial de transformar um tipo de energia em

outro. Normalmente esta transformação é baseada em um sinal elétrico que é convertido em outra forma de energia (Salarian *et al.*, 2012).

Além disso, os atuadores são os principais responsáveis para fazer com que haja uma execução das ações do dispositivo em um ambiente. Para Silva (2010), os atuadores hidráulicos são responsáveis pela eficiência de posicionamento e velocidade, para isso é necessário o uso de algum tipo de fluido para que isto possa ser realizado. Esses tipos de atuadores não têm muita precisão e são voltados para elementos com o braço ou a perna de um robô, por exemplo.

O atuador pneumático é muito voltado para o uso de braços de robôs industriais e tem sua movimentação baseada em um gás sob pressão dentro da estrutura do robô. “O atuador pneumático é utilizado para robôs industriais, eles são responsáveis pela movimentação de cargas em posições definidas limitadas por batentes mecânicos, o que caracteriza o movimento ponto-a-ponto” (Silva, 2010).

Atuadores eletromagnéticos são mais utilizados na área de robótica, pois tratam da parte de motorização robótica. Podem ser divididos em motores de corrente contínua, que são compactos e com grande variação de velocidade e motores do tipo passo, que são maiores e vão atuar em velocidades baixas. Além destes, existem os atuadores de motores de corrente alternada, que são utilizados para manipuladores mecânicos (Silva, 2010).

4. ESTUDO COMPARATIVO SOBRE O USO DE SENSORES E ATUADORES NA COMPUTAÇÃO UBÍQUA E PERVASIVA

Para o bom funcionamento da computação ubíqua e pervasiva é necessário o desenvolvimento de softwares e utilização dos dispositivos corretos para manter o usuário interagindo com diversos computadores, sem a noção da existência deles. Desta forma, com o objetivo de mapear estas soluções, esta seção tem o objetivo de apresentar trabalhos que usam soluções com sensores e atuadores.

4.1 O Projeto MEMS

Os autores Salarian *et al.* (2012) apresentam o projeto MEMS (*Micro Electro Mechanical System* – Sistema micro eletromecânico), que possui a vanta-

ESTUDO COMPARATIVO SOBRE A COMPUTAÇÃO UBIQUA E SUAS APLICAÇÕES
Fabio Fonseca Barbosa Gomes, Leandro Fernandes de Oliveira, Danilo de Jesus Santos

gem de ter uma produção de custos e, também, de energia. Esta tecnologia também é capaz de ter de realizar muitas funções. Este sistema é equipado de sensores dos mais variados tipos, o que o torna vantajoso para os tipos mais variados de situações.

Um sensor é equipado com um suprimento de energia, *tranceiver*, memória, processamento e uma unidade sensível. Eles também possuem um dispositivo de conversão das ondas analógicas para digitais, também conhecido como ADC (*Analog to Digital Converter*). Esses sensores têm a capacidade de se autoconfigurar numa rede sem fio conhecida como *Wireless Sensor Network* (WSN) ou Redes de Sensores sem fio. Existem muitas funcionalidades para este conjunto de sensores, de medição de variáveis na área rural, como também pode ser utilizada em vulcões ou até em tornados. A Figura 2 demonstra o uso de uma WSN utilizando uma estação base e um número de sensores que estão espalhados de forma aleatória, mas buscando informações desta estação base (Salarian *et al.*, 2012).

Esses sensores também podem atuar em conjunto com os atuadores. A união destes elementos formará a WSA (*Wireless Sensor/Actuator Network* - Rede de Sensores ou Atuadores Sem Fio). Isto irá fazer com que uma rede de sensores tenha, também, a capacidade de converter os sinais elétricos interpretados no sensor em ações a serem realizadas nos atuadores (Salarian *et al.*, 2012).

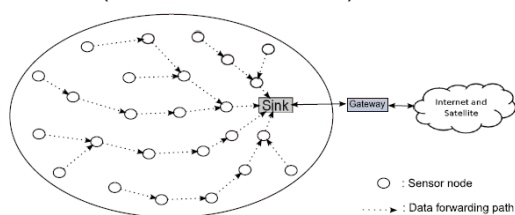


Figura 2: Arquitetura Típica de uma WSN (Salarian *et al.*, 2012)

Os atuadores têm uma grande vantagem sobre os sensores na questão de distância entre eles para se comunicar quantidade maior de energia a ser utilizado e, também, maior poder computacional que os sensores. Portanto, nesta tecnologia os sensores irão colher os dados enquanto os atuadores irão realizar as ações necessárias para executar uma determinada ação. A arquitetura do WSA pode ser categorizada de duas maneiras:

- Arquitetura automatizada, os dados detec-

tados são enviados para diferentes nós do atuador. Com isso, a carga de comunicação pode ser distribuída de forma uniforme sobre os nós de um atuador, com isso aumenta a vida útil de um WSA evitando um descarregamento rápido dos nós na rede.

- Arquitetura semi automatizada, a decisão do plano de ação da estrutura da rede irá funcionar de forma similar ao WSN, com uma propriedade mais centralizada, mas para a comunicação ser eficiente entre os sensores e atuadores sendo distribuída por este nó central

Com isso, os dados dos sensores são encaminhados de uma estação base para um atuador nas proximidades, a latência na comunicação pode ser significativa e os nós perto da estação base irão gastar a sua energia de forma mais rápida que aqueles nós mais distantes. A figura 3 apresenta as estruturas automatizada e semiautomatizada (Salarian *et al.*, 2012).

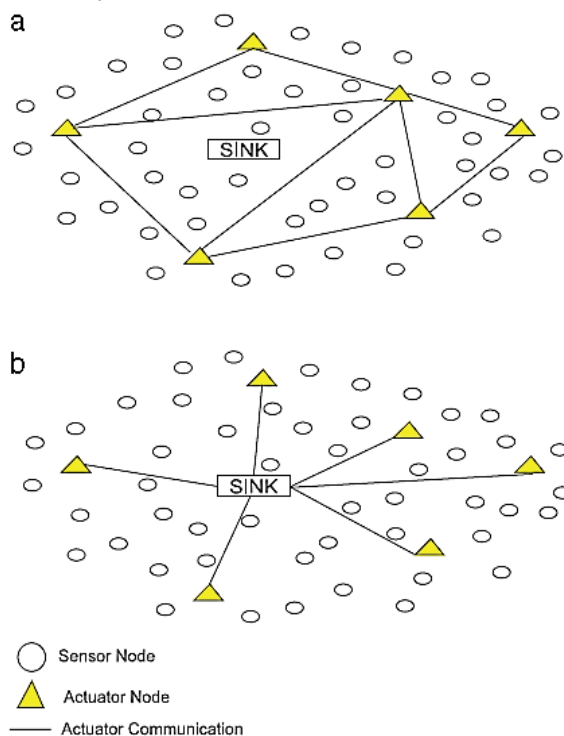


Figura 3: Arquitetura Típica de uma WSA (SALARIAN *et al.*, 2012)

A Figura 3 mostra exatamente a diferença entre as arquiteturas, numa rede automatizada, que na figura é representada pela letra a, pode-se ver a comunicação entre sensores e atuadores sem o

envolvimento do meio central, formando uma rede descentralizada. Na arquitetura semiautomatizada, representada pela figura 3b, vê-se que a estação base é que norteará todas as comunicações entre os nós de uma rede de sensores e atuadores, formando uma rede centralizada (Salarian *et al.*, 2012).

Para que o WSN possa funcionar de forma eficiente, é necessário o uso de uma arquitetura de *software* para que os sensores ou atuadores possam se comunicar e atender as demandas do usuário. “A descoberta de serviços e os protocolos de gateways integram automaticamente componentes de sistemas utilizando um *middleware* genérico que suporta uma definição de serviço para cada sensor e atuador no ambiente” (Wedding, 2010).

Um exemplo desta arquitetura está em sua utilização para: casas, camas, banheiros, refrigeradores inteligentes etc. Esta arquitetura está dividida nas seguintes camadas: física, sensores e atuadores; física mundial; plataforma de sensores, gerenciamento, conhecimento, serviços e aplicativos.

- Camada física: composta pelos dispositivos usados pelos usuários, ela é subdividida em camada física mundial e camada de sensores e atuadores. A camada física mundial, em verdade, é a camada em que estão disponíveis os dispositivos como: *appliances* (equipamento criado para realizar uma função definida), objetos e outros hardwares.
- Camada de plataforma de sensores: realiza a comunicação com dispositivos domésticos, são muito usados em sensores e em atuadores. Esta camada é responsável por representá-los para o *middleware* numa forma padrão. Já a plataforma de sensores irá fazer a conversão de dispositivos da camada física pra serviço de *software*.
- Camada de serviços: responsável por comunicar o mundo físico através do uso de diversos sensores. São utilizados protocolos de descoberta, para que os sensores atuem nesta camada. Já a camada de conhecimento tem a ontologia para os serviços, equipamentos e aplicações domésticas, com isso é criada uma padronização para o funcionamento de todos os serviços,

dispositivos e diferentes softwares numa rede num mesmo ambiente de contexto.

- Camada de gerenciamento de contexto: responsável pelo registro de contextos de interesse, cada contexto é implementado como um serviço, e pode restringir ou não a ativação de serviços de várias aplicações.
- A camada de aplicação irá ter um gerenciador de aplicação que terá a responsabilidade de ativar ou desativar serviços.

4.2 ESANET

Os autores Kim *et al.* (2012), criaram uma solução chamada ESANET (Rede de Sensores e Atuadores Para *Wireless* Envolvidas) em que os nós são integrados como componente único do *middleware* e irá servir como a principal infraestrutura de sistemas pervasivos, que são conhecidos como PI (*Pervasive Infrastructure*). O ESANET (Figura 3) irá envolver usuários finais que são conhecidos como SAN (*Sensor and Actuator Nodes* – Nós de Sensores e Atuadores). Eles são acessados pelo *software* de aplicação que irá automatizar tarefas consideradas repetitivas, como por exemplo, uma tarefa de acesso. Os usuários podem acessar ESANET, através de aplicativos via web ou aplicativos de interface.

Os objetos distribuídos no *middleware* (programa que irá funcionar de intermediário entre a diversidade de softwares e de hardware) do tipo CORBA (*Common Object Request Broker Architecture* – Arquitetura de Requerimentos de Objetos de Correção Comuns) ou ICD (*Internet Communication Device* – Dispositivo de Comunicação da Internet) são preferenciais, pois eles possuem a vantagem de possuir menor *overhead* para enviar mensagens e são muito rápidos no momento de responder a uma solicitação.

O *Gateway* de Serviço de Reflexão ou RSG (*Reflective Service Gateway*) é um aplicativo de autoconhecimento dos Serviços de *Gateway*, ele tem a função de examinar a reação das capacidades e ambientes dos sistemas. Isso pode ser encontrado em mecanismos de reflexão que são combinados com *gateways* de serviços, que possuem funções de gerenciamento Multi-Saltos dos ESANETs. (Kim *et al.*, 2012).

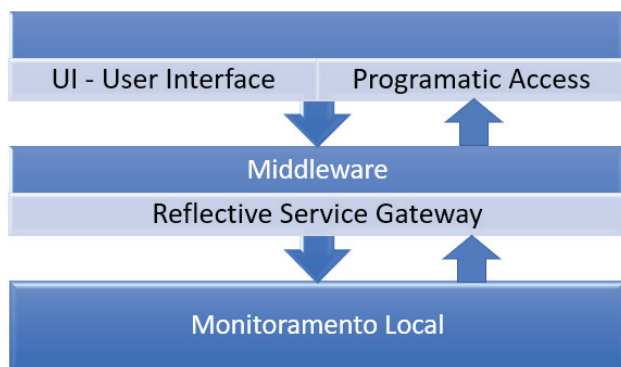


Figura 4: Um conceito do RSG (Kim *et al.*, 2012)

Na figura 4, pode-se ver que é uma estrutura dividida em camadas, que são as voltadas à área de sensores e *hardware*, o *middleware* e a área de serviços ou usuários, esta área também é chamada de UI (*User Interface*), que é o local onde os usuários finais terão acesso ao sistema. Além da UI, também se tem acesso a *Programmatic Access* ou área programável, no qual outros serviços de alto nível como aplicações do *middleware*, por exemplo, podem funcionar adequadamente. Já na área de *Middleware*, é o local onde o CORBA ou o ICD podem atuar, funcionando entre o hardware e usuário ou programação, fazendo o papel de intermediador.

A última camada dessa arquitetura é o próprio RSG, nela estão disponíveis as comunicações entre o *middleware* e os dispositivos físicos, tais como os sensores e atuadores. Além disso, esta área é bastante dinâmica, visto que há uma grande mudança de dispositivos e conexões a todo o momento. Os usuários podem se mover e dispositivos podem acessar ou sair da rede. Os dispositivos continuam interagindo uns com os outros durante todo o momento (*Status* de Monitoramento de Rede e Rede de Aplicações Sensíveis ao Contexto) (Kim *et al.*, 2012).

4.3 GeeAir

Os autores Pan *et al.* (2010) criaram uma solução chamada GeeAir, que consiste de um controle remoto multimodal para controlar os ambientes de uma residência. A solução funciona através de gestos, sons e toques. A solução funciona através de um controle reconfigurado para realizar as funções solicitadas pelo usuário utilizando um adaptador *blue-tooth*-infravermelho no dispositivo final para a comu-

nicação com os sensores, como pode ser visto na figura 5. Os autores fizeram testes em um ambiente controlado e, para trabalhos futuros, pretendem fazer um experimento em um ambiente residencial real.

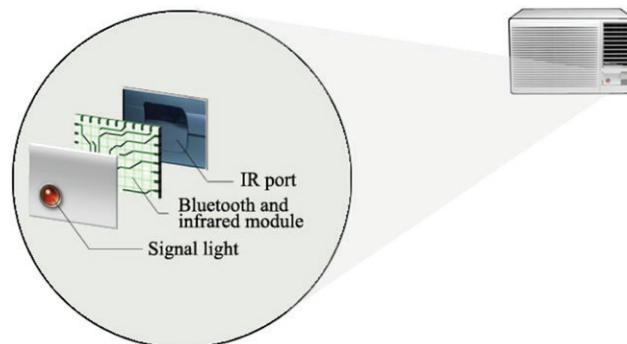


Figura 5: Um adaptador *Bluetooth*-Infravermelho para o Ar Condicionado (Pan *et al.*, 2010)

4.4 Análise das soluções pesquisadas

Observando os trabalhos anteriores, percebe-se a necessidade do uso de sensores e atuadores para as mais diversas funcionalidades, em diversas gamas da sociedade, tanto em ambientes de pesquisa mais amplo, quanto ao uso desses dispositivos em uma residência. A tabela 1 apresenta uma análise mais profunda sobre essas soluções.

Autor	Solução	Tipo de Sensor
Salarian <i>et al.</i> (2012)	MEMS	Sensor Wi-Fi de presença no ambiente
Kim <i>et al.</i> (2012)	ESANET	Sensor <i>Wi-Fi</i> de presença no ambiente
Pan <i>et al.</i> (2010)	GeeAir	Sensor <i>Bluetooth</i> - Infravermelho acoplado ao dispositivo eletrônico
Sene <i>et al.</i> (2006)	Monitoração da Temperatura Corporal Baseada em Uma Rede Sem Fios	Sensor térmico

Fonte: Autoria própria

Observando a tabela 1, pode-se ver que todas as soluções possuem o uso variado de sensores, com a diferença que o trabalho de Pan *et al.* Apresenta um

conjunto de sensores embutidos nos dispositivos eletrônicos. Além disso, a solução dos autores permite o uso de duas redes sem fio diferentes, tanto a rede *bluetooth* quanto a rede infravermelha.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para utilizar a comunicação entre os sensores e atuadores de forma eficiente, é necessário saber como funciona a ontologia de contexto. Com isso ter a consciência de que tipo de arquitetura utilizar corretamente, portanto é necessário ter conhecimento nessas arquiteturas para que a escolha da arquitetura seja adequada ao contexto. A computação ubíqua e pervasiva é parte integrante e permanente deste processo.

O mundo está passando por muitas mudanças e a computação ubíqua e pervasiva se torna cada vez mais importante neste contexto. Para que a sociedade seja atendida de forma satisfatória é necessário o uso de diversas técnicas nas arquiteturas dos sistemas de computação ubíqua além de conhecer, aplicar e melhorar a capacidade dos *hardwares* como os sensores e atuadores neste processo.

Ainda é necessário aprimorar ainda mais os *middlewarees* como forma de aperfeiçoar a padronização dos sistemas e dos diferentes *hardwares* para que o usuário tenha uma utilização plena de uma casa inteligente, por exemplo. Assim ele não irá ter a necessidade de ao menos ter a noção de que os computadores estão ali interligados atendendo aos desejos do usuário.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, R. B. “**Computação ubíqua: princípios, tecnologias e desafios**”. XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, São Carlos, 2003.
- FRANÇA, T. C. “**Infraestrutura de software baseada na internet das coisas com o uso de redes de sensores sem fio à web**”. Rio de Janeiro: UFRJ, 2011.
- KIM, S. H.; KIM, D.; KANG, J. S.; PARK, H. S. “**A reflective service gateway for integrating evolvable sensor-actuator networks with pervasive infrastructure**”, IEEE/IFIP International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing, Hong Kong, 2012.
- MENEZES, A.; FIGUEIREDO, C. “**Um middleware para sensores virtuais baseados em localização no contexto de cidades inteligentes**”, Anais do XI Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva, Belém, 2019.
- PAN, G.; WU, J.; ZHANG, D.; WU, Z.; YANG, Y. e LI, S. “**GeeAir: a universal multimodal remote control device for home appliances**”. In: Personal and Ubiquitous Computing, 2010.
- PEROZZO, R. F.; ZAMBERLAN, A. O. “**Orientação a objetos para a construção de serviços automatizados em ambientes de computação pervasiva**”, Santa Maria: UNIFRA, 2012.
- RSI. “**Internet das coisas: o que e como funciona?**” 2019. Disponível em: < <http://blog.rsinet.com.br/index.php/novidades/internet-das-coisas-o-que-e-e-como-funciona/#>>. Acesso em: jul. 2019.
- SALARIAN, H.; CHIN, K. W.; NAGHDY, F. “**Coordination in wireless sensor-actuator networks: a survey**, School of Electrical, Computer, and Telecommunications Engineering”, University of Wollongong, 2012.
- SENE, I; BARBOSA, T.; ROCHA, A.; NASCIMENTO, F. A. O.; CARVALHO, H. “**Monitoração da temperatura corporal baseada em uma rede sem fios**”, Brasília, 2006.
- SILVA, J. R. “**Robótica industrial**”. São Paulo: Ed. Érica, 2010.
- WEDDLING, M. “**Sensores**”. Guaratinguetá: UNESP, 2010.