|  |  |
| --- | --- |
|  | UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  CENTRO DE INFORMÁTICA  GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO |

Computação Ubíqua

**André de Souza Ferraz**

**Denyson José da Silva Messias**

RECIFE, ABRIL DE 2011

# Resumo

Este documento apresenta um breve estudo sobre a Computação Ubíqua. Por volta da década de 1990 Mark Weiser, cientista da XEROX PARC idealizou o conceito da Computação Ubíqua, em seguida diversos novos conceitos relacionados foram surgindo e a Computação Ubíqua se tornou um dos paradigmas de interação mais falados. Diversos estudos foram realizados e novas tecnologias surgiram para possibilitar a implantação da Computação Ubíqua.

# Sumário

1. [Introdução 3](#_Toc291959316)

2. [Mark Weiser e a Computação Ubíqua 5](#_Toc291959318)

3. [Conceitos Relacionados 6](#_Toc291959319)

3.1 [Sensibilidade a contexto 6](#_Toc291959320)

3.2 [Computação móvel 6](#_Toc291959321)

3.3 [Computação Pervasiva 6](#_Toc291959322)

4. [Tecnologias 9](#_Toc291959323)

4.1 [Dispositívos móveis 9](#_Toc291959324)

4.2 [Redes sem fio 9](#_Toc291959325)

4.3 [Sistemas distribuídos 9](#_Toc291959326)

4.4 [Redes de sensores 10](#_Toc291959327)

4.5 [Frameworks e middleware 10](#_Toc291959328)

5. [Conclusão 12](#_Toc291959329)

[Bibliografia: 13](#_Toc291959330)

# Introdução

Desde o início da era da informação, os dispositivos computacionais necessitam da intervenção de intermediários para que concluam as tarefas para quais foram destinados a realização, com êxito. Esse tipo de relação existe, ainda depois de muito tempo nos dias atuais.  
 No contexto atual, existe uma grande avalanche de informações que passa pela população em geral, avalanche essa que se renova e multiplica todos os dias.   
 Com toda essa a informação em volta nos dias atuais, a população global necessita cada vez mais que os recursos computacionais, permeiem suas atividades, ajudando-os a realizar suas tarefas ou, mais atrativo ainda, fazer o trabalho por nós.  
 Mas existem um problema quanto a isso: Quando dependemos assim de dispositivos computacionais, a própria presença física do dispositivo, junto com sua dificuldade de manipulação e quantidade de atenção que é requerida para seu manuseio, restringe todo um universo de possibilidades do qual o ser humano e a sociedade poderiam desfrutar.  
 É nesse cenário que surge a Computação Ubíqua, fruto da imaginação visionária de pensadores do século XX, ela é um realidade na qual homem e computador coexistem de forma amigável e harmoniosa. Na Computação Ubíqua o objeto-computador é uma extensão das habilidades do homem, ajudando-o a realizar tarefas do dia-a-dia, realizando outras e permitindo fazer outras que no cenário atual não lhe é permitido imaginar. O computador ubíquo exige mínima ou quase nenhuma atenção para ser utilizado. Isso porque o computador é quem toma as vezes de intermediário. Ele funciona como um servo quieto, atencioso e obediente.

O presente trabalho tem o objetivo de esclarecer o universo da computação ubíqua. Como ele é idealizado, quais os seus objetos, suas realizações, ramificações e quais as maneiras de que a ciência se utiliza para tornar esse ambiente passível de existir.

No capítulo 2 abordamos um pouco de história e como e quando surgiu o conceito de Computação Ubíqua. No capítulo 3, vemos os conceitos relacionados para um melhor entendimento desse universo. No capitulo 4, abordamos as tecnologias que atualmente ajudam a realizar um ambiente de computação ubíqua. Concluímos o trabalho logo após fazendo uma breve reflexão e apresentando algumas inferências sobre o tema abordado .

# Mark Weiser e a Computação Ubíqua

O conceito de computação ubíqua foi introduzido no final da década de 80 pela Xerox Palo Alto Research Center (Xerox PARC), mais especificamente pelo então cientista chefe Mark Wieser.  
 Considerado por muitos o pai da computação ubíqua, Mark Weiser (23 Julho 1952 – 27 Abril 1999) se formou em ciências da computação na Universidade de Michigan e recebeu Ph.D. Em 1979. Tendo trabalhado em uma variedade de inciativas privadas no campo de computação, o seu trabalho inicial foi no campo da computação ubíqua, enquanto liderava o laboratório de pesquisas na PARC.  
 Com suas idéias significativamente influenciadas pela leitura do livro “The Tact Dimension” de Michael PolanyiI e Amartya Sen, Mark Weiser previu que os computadores irão se integrar e se tornar a parte do ambiente no dia-a-dia do ser humano, e ao mesmo tempo desaparecendo aos olhos dele.[12]

Mark afirmava que quando uma pessoa aprende uma tarefa suficientemente bem, a pessoa passa a fazê-la inconscientemente. Somente quando as atividades desaparecem desta maneira estamos livres para executá-las sem pensar e focar em outras coisas.

Ele dizia que as atividades realizadas no computador requerem certo grau de concentração, é como se quando é realizada uma tarefa no computador todas as outras coisas ao redor deixassem de existir. Na realidade o computador não está trabalhando para o usuário e sim o usuário está trabalhando para o computador.  
 A computação ubíqua vai resolver o problema da sobrecarga de informações, as máquinas vão se adaptar ao ser humano, ao invés de este se adaptar a máquina tendo que aprender como se usa; a máquina que vai saber o que o usuário quer e irá servi-lo. Assim o uso do computador será uma coisa tão simples que será imperceptível.

Mark acreditava que isso iria nos levar a era da “Tecnologia Calma”, na qual a tecnologia, em vez de nos preocupar, irá nos ajudar a focar em somente aquilo que é realmente importante para nós.[13]

Tendo essa idéia em mente, foi descrito um conjunto de princípios para a nomeada Computação Ubíqua [10,11]. :

* O propósito de um computador é de ajudar alguém a fazer algo.
* O melhor computador é um servo quieto e invisível.
* Quanto mais você consegue fazer usando a intuição, mais esperto você é. O computador deve estender a sua habilidade *inconsciente*.
* Tecnologia deve criar conforto, ser calma .

# Conceitos Relacionados

Nesta secção vamos apresentar uma série de conceitos relacionados à computação ubíqua. Devemos esclarecer algumas diferenças entre os conceitos já que muitos parecem se confundir [18].

## Sensibilidade a contexto

Contexto é o conjunto de relações onde alguma coisa ocorre, a informação que pode ser utilizado para caracterizar a situação de uma entidade.

Sensibilidade a contexto se refere à capacidade dos software se adaptarem à situação onde eles se encontram. Essa capacidade trás ao usuário um estilo de interação que facilita bastante a comunicação do homem com a máquina, já que o programa pode se adaptar à sua necessidade [9].

Existem várias formas de se utilizar sensibilidade a contexto, podendo estas agirem conjuntamente ou separadamente. Entre elas podemos citar algumas [16]:

* Sensibilidade a localização (se adaptar de acordo com coordenadas espaciais).
* Sensibilidade ao ambiente computacional (saber em que dispositivo físico ou sistema operacional está sendo executado).
* Sensibilidade temporal (se adaptar a situações de horários e datas).
* Sensibilidade ao usuário (como saber as preferências do agente).
* Sensibilidade ao ambiente físico (como condições de iluminação e barulho).

Este conceito é bastante relacionado ao de computação ubíqua, pelo fato de prover um estilo de interação que exige pouco esforço do usuário. A aplicação ideal seria aquela que trouxesse a informação mais relevante sem nenhuma interferência do usuário [9].

## Computação móvel

A computação móvel já é um dos conceitos mais presentes na vida dos seres humanos. Ela trás a capacidade de mover os serviços computacionais conosco. Combinada com as tecnologias de acesso a rede sem fio como wireless e 3G, a computação hoje pode se estender a diversos lugares [17].

A computação vem aumentando cada vez mais essa capacidade, principalmente com a chegada de laptops, smartphones e tablets. Os celulares se aproximam cada vez mais dos computadores. Além disso, estes aparelhos estão se integrando cada vez mais, trazendo mais conforto para os usuários.

## Computação Pervasiva

Segundo Regina Borges de Araujo: “O conceito de computação pervasiva implica que o computador está embarcado no ambiente de forma invisível para o usuário.” [17].

Desta maneira os computadores teriam de se adaptar a tudo que acontece no local de uma maneira dinâmica e inteligente.

Sendo assim, o conceito se relaciona a comunicação dos dispositivos de forma transparente para prover ao usuário a melhor experiência no local [18].

Ambientes Inteligentes  
  
 Ambientes Inteligentes são espaços nos quais sistemas embarcados e tecnologias de comunicação e informação se unem, levando a computação ao ambiente inserido. Nesses espaços a computação é executada de forma imperceptível ao usuário, de forma a incrementar e aumentar a experiência em atividades ordinárias.   
 De acordo com o que na Conferência de Ambientes Inteligentes (2007) foi indicado:  
 Tipos de Ambientes Inteligentes variam de público a privado e de fixo para móvel; alguns são efêmeros enquanto outros são permanentes (…) . A realização de um ambiente inteligente requer a convergência de várias disciplinas: Ciências da Computação e Informação, Arquitetura, Engenharia, Inteligência Artificial, Sociologia e Design. Em adição, barreiras técnicas são necessárias quebrar como, desenvolvimento de microeletrônicos, comunicação, materiais e agentes inteligentes . [14]  
 Esse tipo de ambiente é a realização da computação ubíqua, nele toda a computação está presente sem ser vista, e sua presença só ajuda a incrementar as tarefas do usuário. O conceito de Ambiente Inteligente foca no sensoriamento, diferentemente da computação pervasiva que foca na comunicação dos dispositivos [18].  
 Da tecnologia de ambientes inteligentes já é esperado grande impacto na vida cotidiana dos cidadãos nessa sociedade que cada vez mais está informatizada e irá naturalmente penetrar em uma gama de outras atividades humanas.

Computação Vestível

Computadores vestíveis são aqueles que são usados no corpo do usuário. Esse tópico é intensamente pesquisado, usando diversas áreas de estudo como interação humano computador, miniaturização, inteligência artificial, computação móvel e sistemas embarcados [19].

Já existem diversas aplicações do conceito como relógios inteligentes, óculos com sistemas embarcados, capacetes de captação de ondas cerebrais entre outros. Mas essas aplicações ainda são pouco utilizadas pelo fator estético e de conforto, os aparelhos ainda são muito grandes e incomodam os usuários, com o avanço de técnicas de miniaturização e da nanotecnologia estes dispositivos serão implantados no corpo das pessoas de forma muito mais confortável.

O ideal seriam dispositivos imperceptíveis, que seriam ativados somente em situações de necessidade, usando a sensibilidade a contexto.

Nesse conceito, o paradigma da computação ubíqua realiza-se utilizando como agentes da computação os próprios adereços que nos fazem a veste corporal. Nele, o computador deve ser usado, vestido, da mesma maneira que um tênis, ou um óculos é vestido, e ao mesmo tempo interagir com o usuário baseado no contexto da situação. Nesse contexto, o computador vestível pode agir como um assistente inteligente, seja através de coleta de informações, display de informações, pela realidade aumentada, orientações.  
  
 Fruto de muita pesquisa, essa área de interação envolve áreas como, design da interação, realidade aumentada, reconhecimento de padrões, moda. Muitos problemas são comuns aos dispositivos como, computação móvel, inteligência de ambiente, incluem-se também gerenciamento de energia e dissipação de calor, arquiteturas de software, redes sem fio e pessoais.  
  
 Dependendo da definição do que é um computador, o primeiro computador usável, pode ter surgido no século 16, com a invenção do relógio de bolso. O primeiro dispositivo vestível que melhor se encaixa na visão moderna de computador vestível no entanto, foi inventado em 1961 pelo matemático Edward O. Thorp. Um coletor de dados escondido nos sapatos verificava a velocidade da roleta e um computador iria indicar um número para apostar de acordo com uma música mandada via radio para um fone escondido no ouvido. Nos anos 80, a humanidade viu o surgimento de computadores vestíveis de propósitos mais gerais. Nos anos seguintes com o desenvolvimento de microprocessadores cada vez menores e a nanotecnologia, a computação vestível vem sendo cada vez mais um exemplo ideal de tecnologia ubíqua.  
 A seguir, alguns exemplos de aplicações atuais de computação vestível:

LAND WARRIOR SYSTEM  
  
 Era um programa do exército dos EUA, cancelado em 2007. Se tratava da combinação de equipamentos militares e tecnológicos. O Land Warrior tinha sete subsistemas:  
  
-Armas  
-Capacete Integrado  
-Roupa e equipamentos protetores  
-Computador  
-Navegação  
-Radio  
-Sistema de software  
   
 Um projeto viável, pois foram feitos teste de sucessos, porém custoso. Foi cancelado devido à falta de investimento e problemas com o peso total para os soldados.  
  
FITNESS: SMART RUNNING SHOES (Tênis Inteligentes) & ADIDAS miCOACH  
  
 Esses tênis vêm com um sensor que controla a sua execução, em seguida, envia os dados para o seu iPod. Ele ainda tem a sua própria rede social e pode automaticamente usar a rede social Twitter e também postar um relatório de status na rede social Facebook.  
   
 O miCoach Adidas PACER é um dispositivo medidor em execução que é vendido por 140 dólares. O pacote inclui um monitor de freqüência cardíaca e um "Stride Sensor" - um sensor operado por bateria que se encaixa em seu sapato.  
 O miCoach Adidas Pacer também pode orientar verbalmente o corredor durante a corrida, para garantir que eles estão permanecendo dentro de sua zona alvo de frequência cardíaca.  
 Também há um site de acompanhamento, onde os usuários podem criar planos de formação, estabelecer metas e monitorar seu progresso.

# Tecnologias

A seguir, algumas das tecnologias que tornam possível a realização da computação ubíqua

## Dispositivos móveis

Um dispositivo móvel é um computador que pode ser carregado para todos os lugares. Ele deve ter certa autonomia de energia para prover esta mobilidade, na maioria dos casos são usadas baterias recarregáveis [20].

São exemplos de dispositivos móveis:

* Laptop
* Celular
* Calculadora portátil
* PDA
* Aparelhos de som portátil

## Redes sem fio

As redes sem fios também conhecidas por *wireless*, refere-se a uma rede de computadores sem a necessidade de uso de cabos. Por meio de dispositivos que transmitam e recebem radiofrequência (comunicação via onda de rádio) ou via infravermelho.  
  
 Comunicação via redes sem fio existe já há muito tempo, vide tecnologia do rádio, porém seu uso em computadores começou a se popularizar década passada, o tipo de dispositivo que possibilita essa comunicação diminuiu o seu custo e tamanho, tornando possível a adoção dela em vários aparelhos de uso pessoal.  
  
 Esse tipo de rede é importante para a realização da computação ubíqua porque ubiquidade se trata de transparência. A ausência de fios proporcionada pela *wireless network* e a possibilidade de comunicação com vários aparelhos ao mesmo tempo e de forma dinâmica, proporciona uma experiência leve ao usuário, fazendo com que a estrutura necessária para o tráfico de dados não seja “sentida” e os aparelhos necessários para a criação do ambiente ubíquo sejam inserida de forma livre, tornando possível a criação de ambientes dinâmicos e mais fáceis de se adaptar ao contexto.  
  
 Entre as tecnologias de rede sem fio, a 802.11 WiFi é a mais popular. O bluetooth que é uma especificação adotada largamente pela industria e usada em dispositivos móveis, é um dos vários padrões de construção de redes sem fio existentes.

## **Sistemas distribuídos**

#### “Um sistema distribuído é uma coleção de computadores independentes que aparecem para seus usuários como somente um coerente sistema.” Tradução livre [24].

#### Nesta definição as máquinas seriam autônomas e os usuários achariam que estão usando somente um sistema. Estes dois aspectos são essenciais. Além disso, sistemas distribuídos devem ser escaláveis [24].

#### Para suportar computadores heterogêneos deve se ter uma camada de software intermediário abstraindo as diferenças entre os computadores, essa camada é chamada de middleware.

#### O aspecto essencial dos sistemas distribuídos é a transparência, a seguir aspectos de transparência que são cobrados nos sistemas distribuídos [24]:

#### Acesso: esconder a maneira que os recursos são acessados.

#### Localização: esconder onde os recursos estão.

#### Migração: o usuário não sabe se um recurso mudou de local.

#### Relocação: o recurso pode ser movido enquanto é usado e o usuário não percebe.

#### Concorrência: esconde que um recurso pode estar sendo compartilhado por vários outros usuários.

#### Falha: parte do sistema pode falhar sem afetar a experiência do usuário.

#### Persistência: esconder se o software esta em memória ou em disco.

#### O exemplo mais comum é a world wide web, onde é oferecido um modelo uniforme de documentos e aplicativos distribuídos. Esse evento acontece de uma forma completamente transparente ao usuário, não sabendo este que por trás da aplicação pode haver diversos computadores.

Redes de sensores

“Redes de sensores sem fio é uma nova classe de sistemas distribuídos que são parte integral do espaço onde eles se encontram.” Tradução livre [25].

Com os avanços da miniaturização e das tecnologias de microprocessadores fica cada vez mais viável a implantação de redes de sensores.

Esta tecnologia se relaciona com a computação ubíqua de forma integral, provendo monitoramento de ambientes, captação de contexto e transparência.

As redes de sensores são usadas em larga escala em ações militares.

## Frameworks e middleware

Com a crescente popularização de aplicações ubíquas e sensíveis ao contexto, também vem sendo produzidas plataformas para a criação das mesmas. Aqui listaremos alguns Frameworks e Middlewares, mas antes vamos à definição dos mesmos:  
  
**Framework**: abstração que une códigos comuns entre vários projetos de software provendo uma funcionalidade genérica. Pode atingir uma funcionalidade específica, por configuração, durante a programação de uma aplicação.  
  
**Middleware**: programa de computador que faz a mediação entre software e as demais aplicações. É utilizado para mover ou transportar informações e dados entre programas de diferentes protocolos de comunicação, plataformas e dependências do sistema operacional.

ICRAFTER  
  
 Um Framework de serviços e suas interfaces de usuário em ambientes de computação ubíqua. O objetivo principal do ICrafter é permitir que os usuários interajam com serviços no seu ambiente, utilizando uma variedade de modalidades e dispositivos de entrada. A estrutura de serviço é distribuída de três maneiras. Primeiro, para serviços de download e dispositivos de entrada do usuário, o Icrafter fornece infra-estrutura de suporte para seleção de interface, geração e adaptação. Em segundo, o ICrafter permite interfaces a serem associadas com padrões de serviço de agregação de serviços on-the-fly. Finalmente, ICrafter facilita o design de serviços de interfaces de usuário de serviço que são portáteis, mas ainda refletem o contexto do ambiente local [31].

AURA  
  
 Um framework que propõe uma arquitetura na qual as tarefas realizadas pelos usuários são postas em prioridade. Em aplicações ubíquas onde os sistemas acomodam recursos que mudam sempre ele se torna necessário. Essa arquitetura faz uso de proxys (comandos diretos) ou Auras, modelos de tarefas de usuário básicas para com configuração possível, monitores de dados e atividades e se adapta a ambientes computacionais diferentes proativamente.  
 Ele é estruturado da seguinte forma:  
  
 O **Gerenciador de tarefas**, chamado Prism, encarna o conceito de Aura pessoal, ou seja os comandos do usuário.  
 O **Observador de Contexto** fornece informações sobre o contexto físico e relatórios de eventos para o Prism e o Gerenciador de Ambiente.  
 O **Gerenciador de Ambiente** incorpora a interface entre o ambiente e o sistema.  
 E os **Suppliers** prestam os serviços abstratos dos quais as tarefas são compostas: edição de texto, reprodução de vídeo, etc.  
 O ambiente do ponto de vista lógico, possui uma instancia de cada um dos tipos [29].

QoS-AWARE  
  
 A arquitetura de middleware QoS favorece aplicações modeladas por um componente de aplicação modelo genérico. Nesse modelo,vemos uma coleção de componentes de aplicação interligados em uma única máquina como um conjunto de tarefas, com dependências de insumo-produto.  
 Além de um único servidor, toda a aplicação ditribuída é agrupada em clientes e serviços. A coleção de clientes e serviços. A coleção de clientes e serviços formam um grafo direcinado o qual representa relações provedor-consumidor.  
 O middleware com esta arquitetura imbutida, goza da possibilidade de consciência de serviços prestados, muitoimportantes para aplicações que visam um Business Inteligence [30].

# Conclusão

# Bibliografia:

1. da Costa, C. A., Yamin, A. C., and Geyer, C. F. R. (2008). Toward a general software infrastructure for ubiquitous computing. IEEE Pervasive Computing, 7(1):64-73.
2. Endres, C., Butz, A., and MacWilliams, A. (2005). A survey of software infrastructures and frameworks for ubiquitous computing. Mobile Information Systems, 1:41-80. IEEE, Pervasive Computing. ISSN 1536-1268.
3. Julien, C. and Roman, G.-C. (2006). Egospaces: Facilitating rapid development of context-aware mobile applications. IEEE Transactions on Software Engineering, 32(5):281-298.
4. Mamei, M. and Zambonelli, F. (2009). Programming pervasive and mobile computing applications: The tota approach. ACM Trans. Softw. Eng. Methodol., 18(4):1-56.
5. Murphy, A. L., Picco, G. P., and Roman, G.-C. (2006). LIME: A coordination model and middleware supporting mobility of hosts and agents. ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM), 15(3):279-328.
6. Satyanarayanan, M. (2001). Pervasive computing: vision and challenges. Personal Communications, IEEE, 8(4):10-17.
7. Lei Tang, Zhiwen Yu, Xingshe Zhou, Hanbo Wang and Christian Becker (2011). Supporting rapid design and evaluation of pervasive applications: challenges and solutions. Personal and Ubiquitous Computing, Springer, 15(3):253-269.
8. Springer, Personal and Ubiquitous Computing. ISSN 1617-4909 (Print) 1617-4917 (Online).
9. Vieira, V., Tedesco, P., Salgado, A. C. (2009) "Modelos e Processos para o Desenvolvimento de Sistemas Sensíveis ao Contexto", Jornadas de Atualização em Informática (JAI'09), chapter 8, pp. 381-431, Porto Alegre: UFRGS, Editora SBC.
10. Weiser, M. (1991). The computer for the twenty-first century. Scientific American, 65(3):94-104.
11. Ronzani, D.(2000). THE BATTLE OF CONCEPTS: UBIQUITOUS COMPUTING, PERVASIVE COMPUTING AND AMBIENT INTELLIGENCE IN MASS MEDIA. (p.1)
12. <http://www2.parc.com/csl/members/weiser/>(06//04/2011 - 10:00min)
13. <http://library.stanford.edu/weiser/Bio.html> (06//04/2011 - 10:00min)
14. <http://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent_environments> (27/04/2011 - 00h00min)
15. EMILIANI AND STEPHANIDIS (2005). Universal access to ambient intelligence environments: Opportunities and challenges for people with disabilities.
16. Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness, Anind K. Dey and Gregory D. Abowd. Visualization and Usability Center and College of Computing, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, USA 30332-0280.
17. Computação Ubíqua: Princípios, Tecnologias e Desafios. Regina Borges de Araujo. Departamento de Computação – Universidade Federal de S. Carlos (UFSCar)
18. THE BATTLE OF CONCEPTS: UBIQUITOUS COMPUTING, PERVASIVE COMPUTING AND AMBIENT INTELLIGENCE IN MASS MEDIA. Daniel Ronzani. Copenhagen Business School, Centre for Applied ICT
19. http://en.wikipedia.org/wiki/Wearable\_computer (27/04/2011 - 10h00min)
20. http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile\_device (27/04/2011 - 11h00min)
21. http://en.kioskea.net/faq/9081-wifi-description-and-explanations#introduction (28/04/2011 – 8h30min)

1. http://www.bluetomorrow.com/about-bluetooth-technology/general-bluetooth-information/what-is-bluetooth-technology.html (28/04/2011 - 9h00min)
2. http://tecnologia.uol.com.br/produtos/ultnot/2008/06/26/ult2880u711.jhtm (28/04/2011 - 10h00min)
3. Tanembaum, Andrew. Steen, Maarten (2002) "Distributed systems, principles and paradigms", Amsterdam, editora Prentice Hall.
4. Elson, Jeremy. Etrin, Deborah (2006)“Wireless sensor networks”universidade da Califórnia, Los Angeles.
5. <http://www.media.mit.edu/wearables/> (20/04/2011-18:00)
6. <http://www.advancedimagingpro.com/article/article.jsp?siteSection=38&id=3266> (20/04/2011 - 18:00)
7. *The Proceedings of The Third International Symposium on Wearable Computers* (ISWC '99), San Francisco, CA, October 18-19 1999, pp. 141-149.
8. Klara Nahrstedt, Dongyan Xu, DuangdaoWichadakul. QoS-Aware Middleware for Ubiquitous and Heterogeneous Environments
9. João Pedro Sousa e David Garlan. Aura: An Architectural Framework for User Mobility in Ubiquitous Computing Environments
10. Shankar R. Ponnekanti, Brian Lee, Armando Fox, Pat Hanrahan, and Terry Winograd. ICrafter : A Service Framework for Ubiquitous Computing Environments.