

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Núcleo de Computação Eletrônica

Orlando de Aguiar Manhente

UBIQUIDADE NA ÁREA DE SAÚDE: Como as redes sem fio contribuem para tornar transparente o monitoramento de doenças de alto risco.

Rio de Janeiro

2009

**Orlando de Aguiar Manhente**

**UBIQUIDADE NA ÁREA DE SAÚDE: Como as redes sem fio contribuem para tornar transparente o monitoramento de doenças de alto risco.**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista em Gerência de Redes de Computadores no Curso de Pós-Graduação Latu Sensu em Gerência de Redes de Computadores e Tecnologia Internet do Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro – NCE/UFRJ.

Orientador:

Mônica Ferreira da Silva, D.Sc, COPPEAD / UFRJ, Brasil

Rio de Janeiro


2009

**Orlando de Aguiar Manhente**

**UBIQUIDADE NA ÁREA DE SAÚDE: Como as redes sem fio contribuem para tornar transparente o monitoramento de doenças de alto risco.**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista em Gerência de Redes de Computadores no Curso de Pós-Graduação Latu Sensu em Gerência de Redes de Computadores e Tecnologia Internet do Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro – NCE/UFRJ.

Aprovada em abril de 2009.



---

Mônica Ferreira da Silva, D.Sc, COPPEAD / UFRJ, Brasil

No começo era só mais uma etapa a ser cumprida, passado pouco tempo surgiram dificuldades, muitos desafios e percalços, que por muitas vezes pareciam maiores do que realmente eram, tudo isso trouxe a sensação de insegurança, de desânimo e de incerteza, que nessas horas parece contagiar, mas à vontade de realizar algo importante falou mais alto e dissipou esses sentimentos, me fazendo seguir, apesar da sinuosidade do caminho, o tempo passou, as dificuldades, desafios e percalços foram superados, enfim cheguei ao final de mais uma realização.

Dedico essa monografia, a Monica, minha esposa e Mario, meu filho, pela compreensão, incentivo, e apoio em todos os momentos, compartilhando comigo as tristezas e também as alegrias.

*“Escolhei sempre o melhor caminho; por penoso e difícil que seja, o hábito torna-lo-á fácil e agradável”*

***Pitágoras***

## **AGRADECIMENTOS**

Aos professores, que contribuíram com seus ensinamentos e ampliaram meu conhecimento no universo das redes de computadores. Cada um dentro de sua área colaborou e muito, mesmo que indiretamente, para o meu desenvolvimento pessoal e profissional, o incessante desafio do saber me manteve estimulado em função da grande dedicação e do empenho demonstrado no decorrer de todo curso, não obstante também toda colaboração e as orientações passadas ao longo do tempo, sem as quais este trabalho não seria possível.

Agradeço em especial a minha orientadora, professora Mônica Ferreira da Silva, pela dedicação, paciência e confiança na minha capacidade, pois sempre se empenhou em me ajudar e motivar com sugestões e conselhos, que contribuíram muito para a conclusão deste trabalho.

## RESUMO

MANHENTE, Orlando de Aguiar. **UBIQUIDADE NA ÁREA DE SAÚDE: Como as redes sem fio contribuem para tornar transparente o monitoramento de doenças de alto risco.** Monografia (Especialização em Gerência de Redes de Computadores e Tecnologia Internet do Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, .Rio de Janeiro, 2009.)

Com uma sociedade cada vez mais móvel e a implementação mundial de redes móveis e sem fios, podemos prever que num futuro próximo, o "computador", como nós conhecemos irá desaparecer. Ele estará escondido em todas as coisas que nos rodeiam, com o intuito de melhorar nossa percepção sensorial e habilidades, levando o ser humano a uma posição central, substituindo a posição que antes era da tecnologia e que passará a ficar no seu entorno de forma disponível, transparente, a qualquer hora, em qualquer lugar e a quem quer que seja.

Surge então a cada dia um novo desafio com o objetivo de desenvolver o mais rapidamente possível novas gerações de redes ubíquas, que visam proporcionar ambientes computacionais de rede que superarão a escalabilidade, flexibilidade, confiabilidade e segurança, barreiras atualmente existentes.

Com a ampla expansão das redes móveis e a busca por pesquisas inovadoras em várias vertentes, em face da diversidade de possibilidades, será possível produzir novas tecnologias de comunicação dinâmicas, que contribuirão para o cumprimento do requisito de conectividade global, proporcionando assim inteligência para gerenciar, proteger, transformar e entregar informações, sendo esse o caminho para ubiqüidade, convergência e comunicações seguras dos sistemas computacionais.

Em virtude de todas essas mudanças e necessidades, este trabalho tem a intenção de realizar uma análise comparativa de tecnologias para acompanhamento de arritmia cardíaca, mapeando o que hoje existe de mais moderno dentro do tratamento convencional e as vantagens e desvantagens da implantação de tecnologias de redes sem fio, que tem o intuito de melhorar qualitativamente o tratamento de doenças crônicas graves, esse estudo visa também identificar a aplicação do termo "ubiqüidade" no seu sentido mais amplo verificando como a área de saúde está se moldando para ter uma maior onipresença tecnológica e com isso tornando mais humano esses tipos de tratamento.

Foi verificado que as tecnologias são ainda muito evidentes ao usuário, não atendendo ao item "transparência". No entanto, o surgimento de cidades virtuais parece proporcionar o ambiente propício à real implantação do conceito de ubiquidade em um futuro próximo.

## ABSTRACT

MANHENTE, Orlando de Aguiar. **UBIQUIDADE NA ÁREA DE SAÚDE: Como as redes sem fio contribuem para tornar transparente o monitoramento de doenças de alto risco.** Monografia (Especialização em Gerência de Redes de Computadores e Tecnologia Internet do Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, .Rio de Janeiro, 2009.)

With an increasingly mobile society and implementation of global mobile and wireless networks, can provide that in the near future, the "computer" as we know it will disappear. He is hidden in all things that surround us in order to enhance our sensory perception and abilities, leading the humans in a central position, replacing the position it was before the technology and that will be on your way around available , transparent, any time, anywhere and anyone else.

Then arises every day a new challenge in order to develop as quickly as possible new generations of ubiquitous networks, designed to provide network computing environments that outweigh the scalability, flexibility, reliability and security, existing barriers.

With the wide expansion of mobile networks and the search for innovative research in various aspects, given the diversity of possibilities, you can produce dynamic new communication technologies, which contribute to the requirement of global connectivity, providing intelligence to manage, protect , transform and deliver information, which is the way to ubiquity, convergence and secure communications of computer systems.

Because of all these changes and needs, this work intends to conduct a comparative analysis of technologies for monitoring cardiac arrhythmia, mapping what exists today in most modern within the conventional treatment and the advantages and disadvantages of deploying technologies for networks Wireless, which has the aim of improving the quality treatment of serious chronic diseases, this study also aims to identify the application of "ubiquity" in its broadest sense as finding the area of health is shaping to be more technological and omnipresence making it more human with these types of treatment.

It was found that the technologies are still very clear to the user, not having the item "transparency." However, the emergence of virtual cities seems to provide the environment for the actual deployment of the concept of ubiquity in the near future.

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1	Integração do mundo real com o mundo virtual 12
Figura 2	Vários dispositivos interoperando em uma rede móvel 21
Figura 3	Relação entre computação móvel, pervasiva e ubíqua. Fonte Araújo 2007 24
Figura 4	Protótipo do projeto para equipar um carro com um sistema de acesso a informações e computação através de uma infraestrutura de comunicação sem fio. 26
Figura 5	Funcionamento de uma rede Bluetooth 34
Figura 6	Aplicação wireless 36
Figura 7	Funcionamento da tecnologia WiMAX 39
Figura 8	Funcionamento da tecnologia GPRS 42
Figura 9	Sistema manual de monitoramento – Medtronic 48
Figura 10	Exemplo de funcionamento – Medtronic (1) 49
Figura 11	Exemplo de funcionamento – Medtronic (2) 50
Figura 12	Exemplo de funcionamento – Biotronik 51
Figura 13	Aparelho GRPS utilizado na tecnologia 52



## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Comparação entre computação pervasiva, móvel e ubíqua	25
Tabela 2 – Especificações 802.11	35
Tabela 3 – Especificações Wimax	38
Tabela 4 – Tabela comparativa entre as tecnologias das empresas estudadas.	53

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AES	Advanced Encryption Standard)
AP	Acess point
BPSK	Binary phase-shift keying
CSD	Circuit Switched Data
CSMA/CA	Carrier sense multiple access with collision avoidance
FHSS -	Frequency hopping spread spectrum
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications
HZ	Hertz
IEEE	Institute of electrical and electronics engineers
IrDA	Infrared developers association
Kbps	Kilobits por segundo
L2CAP	Logical link control and adaptation protocol
LAN	Local área network
LMP	Link manager protocol
LOS	Line-of-sight
LTE	Long Term Evolution
MAC	Medium access control
MAN	Metropolitan area network
NLOS	Non-line-of-sight
OFDM	Orthogonal frequency division multiplexing
OFDMA	Orthogonal frequency division multiplexing adaptive
PAN	Personal area network
PDA	Personal digital assistant
PMP	Point-to-multipoint
PPM	Pulse position modulation
PSTN	Public switched telephone network
QAM	Quadrature and amplitude modulation
QPSK	Quadrature phase shift keying
QPSK	Quadrature phase-shift keying
RF	Rádio frequência
SDP	Service discovery protocol
SMS	Short Message Service
SOFDMA	Scalable orthogonal frequency division multiplexing adaptive
TDD	Time division duplexing
TDMA	Time Division Multiple Access
TI	Tecnologia da informação
TKIP	Temporal key integrity protocol
WAN	Wide area network
WEP	Wired equivalent privacy
WI-FI	Wireless fidelity
WiMAX	Worldwide interoperability for microwave access
WLAN	Wireless local área network

## SUMÁRIO

	Página
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	12
1.1 MOTIVAÇÃO	14
1.2 OBJETIVOS	15
1.3 RELEVÂNCIA	16
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	18
2.1 CONCEITOS E DEFINIÇÕES: CONSIDERAÇÕES INICIAIS	18
2.1.1 Computação Móvel	21
2.1.2 Computação Pervasiva	22
2.1.3 Computação Ubíqua	23
2.1.4 Computação Nômade	25
2.2 TECNOLOGIAS INTELIGENTES	27
2.2.1 Interfaces Naturais	27
2.2.2 Redes De Sensores Sem Fio	28
2.2.3 Computação Ciente De Contexto	29
2.2.4 Captura e Acesso De Atividades Humanas	32
2.3 TECNOLOGIA EM REDES MÓVEIS	32
2.3.1 Bluetooth – IEEE 802.15	33
2.3.2 Wireless – IEEE 802.11	34
2.3.3 WiMAX – IEEE 802.16	37
2.3.4 GPRS	39
2.4 DOENÇAS CARDÍACAS – ARRITMIA CARDÍACA	43
<b>3 METODOLOGIA DE PESQUISA</b>	47
<b>4 ANÁLISE COMPARATIVA</b>	48
4.1 MEDTRONIC	48
4.2 BIOTRONIC	51
4.3 COMPARAÇÃO DAS TECNOLOGIAS	53
<b>5 CONCLUSÃO</b>	54
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	57

## 1 INTRODUÇÃO

A tecnologia da informação está cada vez mais presente no nosso dia a dia, transformando nossa sociedade, diminuindo os espaços, aumentando a quantidade e a disponibilidade de informações.

Computação Ubíqua, também conhecida como “ubicom”, que teve seus primeiros passos a quase duas décadas, o que em termos tecnológicos atuais é praticamente uma eternidade. O termo foi cunhado por WEISER (1991), considerado o pai da Computação Ubíqua, que em seus artigos tinha a intenção de mostrar que os avanços científicos em TI nos levariam a uma nova era de “onipresença tecnológica”, tendo como premissa básica a mudança na maneira de enxergar os dispositivos computacionais e os sistemas de informação, que se tornaram a partir daquele momento, principalmente com o advento da internet, cada vez mais freqüentes, transparentes e vitais às necessidades humanas.

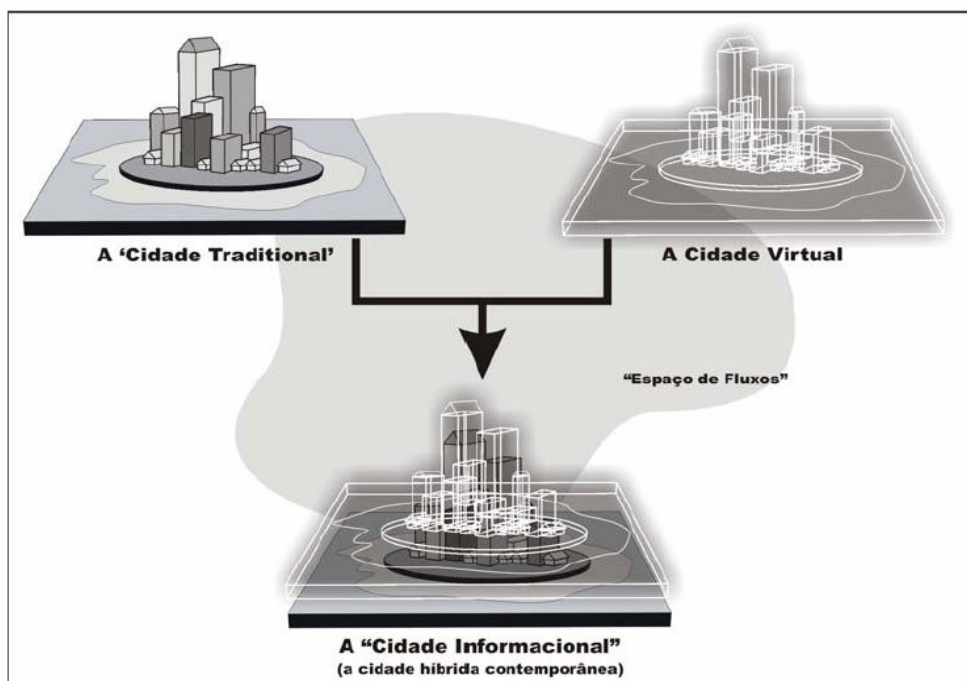


Figura 1: Integração do mundo real com o mundo virtual  
Fonte: Firmino (2005)

Em ambientes ubíquos onde a presença de mobilidade é crescente, informações sobre o usuário como identificação, preferências e histórico de uso, são monitoradas, armazenadas, processadas e trocadas entre aplicações em diferentes domínios. Dessa forma, paralelamente ao desenvolvimento de tecnologias inseridas em nosso cotidiano de forma não intrusiva, surgem questões sobre segurança e privacidade dos dados. A partir das definições iniciais de Marc Weiser muitas outras definições, conceitos e necessidades surgiram e por isso hoje temos uma vasta quantidade de pesquisas relativas a Computação Ubíqua, nas mais diversas áreas de TI.

*"As tecnologias mais profundas são aquelas que desaparecem. Elas se entrelaçam no tecido da vida cotidiana até se tornarem indistinguíveis."*

WEISER (1991)

Como o surgimento de novas tecnologias, é cada vez mais rápido e freqüente o aparecimento de novas definições sobre o tema, o que para muitos, não passam de novas abstrações, mas essas melhorias vêm dando forma a esses modelos e conceitos definidos por Weiser há bastante tempo. Hoje já são comuns os dispositivos pessoais móveis, tais como cartões inteligentes, celulares, smartphones, PDAs, notebooks, e etc, que devem ser pequenos, baratos e atingíveis, convivendo com os meios de comunicações, com ou sem fio, conseguindo executar as mais diversas tarefas e atividades em tempo real, em intervalos cada vez menores. Mas existe a necessidade de levar esse poder computacional para outras aplicações como sensores monitorando a saúde de pacientes, ou um refrigerador avisando que existem produtos fora da validade em seu interior, tornando cada vez mais transparente aos seres humanos, esse aglomerado de tecnologias distintas e complexas.

*"A Computação Ubíqua neste contexto não significa um computador que possa ser transportado para a praia, o campo ou o aeroporto. Mesmo o mais poderoso notebook, com acesso a Internet ainda foca a atenção do usuário numa simples caixa. Comparando à escrita, carregar um super-notebook é como carregar um livro muito importante. Personalizar este livro, mesmo escrevendo milhões de outros livros, não significa capturar o real poder da Literatura" (Tradução Livre).*

WEISER (1991)

A posse da informação a qualquer momento, em qualquer lugar e a qualquer hora, já é uma realidade que temos à disposição, mas ainda se perde muito tempo tentando entender como todos esses dispositivos funcionam, isso se distancia da idéia original de WEISER (1991), que não é interagir com o meio e sim conviver com ele, por isso as pesquisas têm tentado diminuir essa lacuna com novos conceitos, protocolos, softwares e infra-estruturas que possibilitem levar à "onipresença tecnológica"

## 1.1 MOTIVAÇÃO

O interesse no tema surgiu com a leitura do relatório sobre o seminário da SBC (2006), "Grandes desafios da pesquisa em computação no Brasil – 2006 -2016" que aponta diretrizes para as pesquisas na área de computação nos próximos 10 (dez) anos, vale ressaltar que eventos com esse objetivo ocorreram em várias partes do mundo. Um dos temas abordados chama atenção não só pela complexibilidade, mas também pela atualidade, abrangência e importância do assunto na realidade científica atual, "Desenvolvimento tecnológico de qualidade: sistemas disponíveis, corretos, seguros, escaláveis, persistentes e ubíquos.", que provocou de imediato o interesse, levando a uma necessidade de aprofundamento ainda maior no tema.

Através de outro artigo, "Tecnologias de Informações Móveis, Sem Fio e Ubíquas: Definições, Estado-da-arte e Oportunidades de Pesquisa." de Saccol e Reinhard (2007), pode se ter uma percepção ainda maior do alcance do tema e das inúmeras

possibilidades de pesquisa, inclusive conseguindo conciliar a ubiqüidade com redes de computadores, que estão intrinsecamente ligadas.

O permanente contato com a área de saúde fez despertar o interesse na procura de aplicações ubíquas existentes ou aonde poderia ser explorado o conceito de onipresença tecnológica. Depois de algumas consultas a fontes secundárias, tive conhecimento da utilização de tecnologia com este enfoque na área médica, mais precisamente no monitoramento de arritmias cardíacas, aonde esta abordagem vem sendo utilizada, ou pelo menos parte dela.

Essas abordagens fizeram com que novos questionamentos surgissem e o interesse de um aprofundamento maior se mostrou ainda mais instigante, conseqüentemente poder propor melhorias na utilização, com o uso de novas tecnologias, aprimorando ainda mais a aplicação e a real utilização da ubiqüidade, foi o grande fator motivacional para esta pesquisa.

## 1.2 OBJETIVO

O objetivo dessa pesquisa tem como premissa mostrar como as redes sem fio podem contribuir para tornar transparente o monitoramento de doenças de alto risco, ou seja, tentar melhorar as implementações de ambientes ubíquos existentes na realidade tecnológica atual, que atendam os conceitos e definições de onipresença tecnológica, procurando um elo entre as necessidades de redes computacionais atuais além dos requisitos tecnológicos mínimos para implantação de um ambiente ubíquo na área de saúde, mais precisamente no monitoramento de arritmias cardíacas.

Será fundamental realizar uma pesquisa comparativa entre a tecnologia convencional existente e a tecnologia que implementa os conceitos de ubiqüidade,

observando a diversidade dos ambientes, analisando e verificando similaridades, dificuldades e novas necessidades, levando em consideração casos no cenário tecnológico passado e atual, com o intuito de obter uma noção exata sobre o tema em questão.

Com relação às limitações tecnológicas atuais, a intenção é verificar a existência de novas soluções que poderão possibilitar melhorias na implementação deste determinado ambiente ubíquo.

Ao término deste trabalho será possível ter uma visão geral da base teórica, além do conhecimento de novas aplicações e tecnologias no atual contexto de ambientes ubíquos, neste tema que se mostra instigante, abrangente e moderno.

### 1.3 RELEVÂNCIA

Em face de todas essas necessidades, o meio acadêmico e empresarial tem dado atenção ao tema e vários artigos vêm sendo publicados nas mais diversas áreas de TI, tentando definir padrões que às vezes se confundem, mas na sua grande maioria são retratados de forma abstrata com uma quantidade ainda muito pequena de estudos empíricos principalmente no Brasil. Isto se deve ao fato das poucas aplicações comerciais e acadêmicas, que tem nas limitações tecnológicas e financeiras, ainda existentes, seu maior entrave, que vem diminuindo gradativamente ano a ano.

Na área da saúde, especialmente no monitoramento do paciente, não somente no âmbito hospitalar, mas também no âmbito domiciliar, esse conceito tem uma grande importância, pois é cada vez mais notório a necessidade de tornar o tratamento de doenças crônicas mais humano, com isso melhorando a resposta ao tratamento, tornando mais eficiente.



Como a diversidade do tema se apresenta de maneira muito ampla, o mesmo pode ser visto, não somente em termos de pesquisa, mas também na forma de enxergar o mundo, pois a proposta dessa tecnologia visa uma mudança comportamental entre o homem e o computador mostrando que o assunto é realmente muito interessante, em face da sua atualidade e das perspectivas futuras tanto no campo acadêmico quanto no campo profissional como para a sociedade em geral.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

De forma a compreender os conceitos e definições relacionadas ao tema que serão abordados, em função da vasta abrangência de conteúdo, é relevante que se revise, mesmo que sucintamente, com o objetivo de propiciar um entendimento melhor e proveito futuro na compreensão e desenvolvimento deste trabalho.

### 2.1 CONCEITOS E DEFINIÇÕES: CONSIDERAÇÕES INICIAIS.

Com o desenvolvimento de tecnologias cada vez mais transparentes ao cotidiano, muitos conceitos novos têm surgido para definir nichos de mercado e se estabelecerem como as bases de pesquisas que estão em desenvolvimento, para serem naturalmente parte do nosso dia-a-dia no futuro.

A evolução da computação e o surgimento das novas tecnologias de redes, sistemas e da Internet, mudaram a dinâmica da vida das pessoas apresentando-lhes novos valores. Não é a tecnologia em si que realmente importa, mas sim a maneira com que as pessoas fazem uso dela. Weiser (1991, 1993) previu uma “invisibilidade” na forma de fazer uso do computador no cotidiano das pessoas. Segundo ele, facilidades computacionais devem ser incorporadas ao ambiente com a intenção de auxiliar atividades humanas, mudando minimamente a forma como tais atividades são realizadas. Essa forma transparente de integrar tecnologia às atividades diárias das pessoas foi denominada computação ubíqua, área de pesquisa responsável por abstrair novas formas de interação entre usuário e máquina, que representa o conceito de computação em todo o lugar, fazendo com que o uso da computação e a comunicação sejam transparentes para o usuário (YAU et al., 2002), envolvendo a integração da computação no mundo real. Assim, computação ubíqua é,

principalmente, preocupar-se com o entrelaçamento entre sistemas de informação e o mundo real (COUDERC e BANATRE, 2003).

A fim de prover serviços ao usuário final de forma transparente, independentemente de tempo e espaço, sistemas ubíquos exploram os sensores e redes disponíveis (KINDBERG e FOX 2002). Comparados a sistemas distribuídos tradicionais, sistemas ubíquos <sup>1</sup> são mais dinâmicos e heterogêneos (SOLDATOS et al. 2006).

Ambientes de computação ubíqua são compostos de dispositivos moveis tais com PDAs, notebooks, smartphones, computadores embutidos em trajes e no ambiente, além de clientes e servidores fixos comuns. Esses dispositivos podem estar conectados por alguma combinação de redes sem fio ad-hoc <sup>2</sup> e infra-estruturadas <sup>3</sup> baseadas em WLANs. Nesses ambientes, o conjunto de elementos computacionais que participam de um sistema distribuído varia dinamicamente, ou seja, o usuário se interconecta espontaneamente com diferentes dispositivos à medida que ele e outros usuários se locomovem ao longo do tempo (CHAKRABORTY et al. 2006). O suporte a mobilidade se torna uma característica importante no projeto da arquitetura de sistemas ubíquos, por ser mais sofisticada, a infra-estrutura subjacente da computação ubíqua deve tratar além da mobilidade do usuário, questões como desconexão, introdução, remoção dinâmica de dispositivos, conexões de redes diversas, bem como a necessidade de mesclar o ambiente físico com a infra-estrutura computacional (MURPHY et al. 2001).

Usuários devem ser capazes de tirar vantagem completamente das capacidades e recursos de um dado ambiente, mesmo enquanto outros usuários e dispositivos entram e saem deste ambiente, e os recursos variam (SOUSA e GARLAN 2002).

---

<sup>1</sup> Sistema ubíquo possui um escopo mais bem definido do que os sistemas tradicionais e está fortemente relacionado com as diferentes dimensões que compõem a computação ubíqua.

<sup>2 e 3</sup> São definidos no capítulo 2.3 -Tecnologia em redes móveis, sub capítulo 2.3.1.2 - Wireless – 802.11.

Computação ubíqua se faz presente no momento em que os serviços ou facilidades computacionais são disponibilizados às pessoas de forma que o computador não seja uma ferramenta visível ou imprescindível para acesso a esses serviços. Neste contexto, para que a computação ubíqua se faça presente, é preciso que os sistemas que compõem o ambiente contemplem, em sua totalidade, as movimentações físicas do usuário, dando a ele a percepção de estar levando consigo os serviços computacionais. A capacidade de estar presente nos objetos de uso do dia-a-dia, descaracterizando, do ponto de vista do usuário, a “utilização” de um computador e acentuando a percepção de objetos ou dispositivos que provêem serviços ou algum tipo de “inteligência”, com a capacidade de coletar informações, se adaptar dinamicamente aos serviços disponíveis, construir serviços antecipadamente, dentro de suas limitações e de acordo com o ambiente em que está sendo utilizando

A aplicação deve interagir com o ambiente e permitir que o usuário também o faça, a fim de descobrir novos serviços ou informações para atingir o objetivo desejado, devendo ter a capacidade de conseguir a partir de serviços básicos, montar uma determinada funcionalidade requerida pelo usuário, possuir capacidade de alterar os “parceiros” durante a sua operação, conforme a sua movimentação, prover mobilidade da aplicação através de dispositivos heterogêneos e se adaptar diante de falhas no ambiente, este livre de distrações e interação contínua.

As visões de Weiser previam, para um futuro próximo, a proliferação de dispositivos para sistemas computacionais ubíquos, e com o intuito de explorar o uso desses novos dispositivos, surgiram novas aplicações computacionais, cujo desenvolvimento está diretamente associado a três temas, que concentram o foco de pesquisa da área de computação ubíqua (ABOWD e MYNATT, 2000), interfaces

naturais, captura e acesso de atividades humanas e computação ciente de contexto, que serão abordados mais adiante.

### 2.1.1 Computação Móvel

A computação móvel baseia-se no aumento da nossa capacidade de mover fisicamente serviços computacionais conosco, ou seja, o computador torna-se um dispositivo sempre presente, expandindo a capacidade de um usuário utilizar os serviços que um determinado computador oferece, independentemente da sua localização. Combinada com a capacidade de acesso, a computação móvel tem transformado a computação numa atividade que pode ser carregada para qualquer lugar.

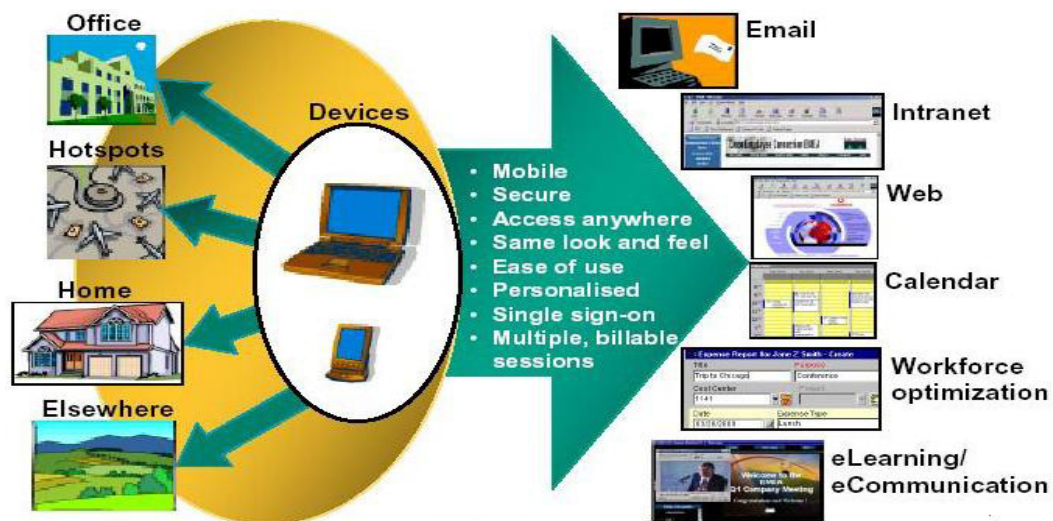


Figura 2: Vários dispositivos interoperando em uma rede móvel  
Fonte: minicurso SBC (2003)

As redes móveis sem fio estão sendo utilizadas nas mais diferentes áreas como a militar, de turismo, educação, controle de estoque, descoberta de desastres ecológicos, emergência médica entre outras. Na computação móvel sem fio o usuário tem acesso contínuo às informações através de uma rede de comunicação sem fio. Este tipo de rede é apropriado para situações onde não se pode ter uma

instalação com fios e que requer acesso imediato à informação. As aplicações baseadas em WLAN, são sistemas de comunicação de dados flexíveis implementados como uma extensão de uma LAN com fio. As ondas eletromagnéticas transmitem e recebem dados do ar, minimizando a necessidade de conexões com fio.

### 2.1.2 Computação Pervasiva

O conceito de computação pervasiva implica que o computador está inserido no ambiente de forma invisível para o usuário. Nesta concepção, o computador tem a capacidade de obter informação do ambiente no qual ele está embutido e utilizá-la para dinamicamente construir modelos computacionais, ou seja, controlar, configurar e ajustar a aplicação para melhor atender as necessidades do dispositivo ou utilizador. O ambiente também pode e deve ser capaz de detectar outros dispositivos que venham a fazer parte dele. Desta interação surge a capacidade de computadores agirem de forma "inteligente" no ambiente no qual nos movemos em um ambiente povoado por sensores e serviços computacionais.

*“As tecnologias mais avançadas são aquelas que desaparecem. Na computação ubíqua, os computadores estarão embutidos no ambiente que nos cerca, criando um novo paradigma de acesso e manipulação da informação”*

(WEISER, 1991).

Computação Pervasiva, retrata dispositivos de computação distribuída no mundo físico, tais como computadores portáteis, aparelhos embutidos em objetos do cotidiano, sensores localizados em todo o nosso ambiente. Sobre essa ótica, ela aborda tanto os dispositivos quanto às infra-estruturas necessários para apoiar as aplicações ubíquas.

Fundamentada em “uma pessoa para muitos computadores”, hoje é possível sua implementação, em virtude do avanço da tecnologia, da queda de preço das redes, da tecnologia móvel, dos dispositivos embutidos, dos sensores, das etiquetas RFID, do crescimento de dispositivos digitais de uso diário e do avanço nas plataformas de computação ubíqua. Tem como objetivo a criação de ambientes inteligentes tais como salas de aula, residências, escritórios, hospitais, automóveis, e etc, onde os dispositivos em rede embutidos no ambiente forneçam conexões discretas e diversas todo o tempo, melhorando assim a experiência do homem e a qualidade de vida sem conhecimento explícito sobre as comunicações e as tecnologias de computação.

### **2.1.3 Computação Ubíqua**

A computação ubíqua surge dos avanços da computação móvel e da computação pervasiva, e da necessidade de se integrar mobilidade com a funcionalidade da computação pervasiva. Isto significa que, qualquer dispositivo computacional, enquanto em movimento com o usuário, pode construir dinamicamente, modelos computacionais dos ambientes nos quais se usuários se movem e configurar os serviços dependendo da necessidade.

Então com isso é fácil mostrar a existência de relação entre elas, tendo em vista todas as definições mencionadas acima, o termo computação ubíqua será usado como uma junção da computação pervasiva e móvel. Esta diferenciação de termos ocorre em função de que um dispositivo embutido num determinado ambiente, não é necessariamente móvel. Assim, quando for utilizado o termo ubíquo, deverá ser levado em consideração o alto grau de dispositivos inseridos na computação

pervasiva, juntamente com o alto grau de mobilidade da computação móvel, como mostrado na figura abaixo.

A abrangência do conceito de computação ubíqua é tão vasto, que a combinação e a evolução das tecnologias geram novos conceitos como computação vestível, que promove uma simbiose entre os computadores e seus usuários, garantindo a utilização direta e natural dos computadores, como se os mesmos fossem uma extensão do corpo humano, explorando os conceitos de usabilidade e ergonomia, o computador vestível pode, por exemplo, embutir o monitor nos óculos dos usuários e o mouse ser substituído por luvas digitais. Persistência e consistência são as duas principais características de uma interface para computação vestível. Persistência por estar constantemente disponível e sendo utilizada ao mesmo tempo em que o usuário está realizando outras tarefas e consistente, caso a mesma interface e suas funcionalidades possam ser utilizadas em todas as situações, ainda que estejam se adaptando e modelando ao longo da interação com o usuário (STARNER 1999).



FIGURA 3: Relação entre computação móvel, pervasiva e ubíqua.  
Fonte: ARAÚJO. 2007.

Outro tema que surge como evolução das abstrações de computação ubíqua é a Computação Invisível que descreve um atributo comum encontrado em certas ferramentas, sem se preocupar com as funções que essas podem executar, a tecnologia utilizada para realizar uma operação não é aparente para o usuário da ferramenta, são ditas centrais nos usuários e não na tecnologia utilizada, a qual é considerada invisível (NORMAN 1998), ambas atendendo e sendo parte do princípio



básico de ubiquidade. Em ambas terminologias são atendidos os princípios básicos da computação ubíqua.

Tabela 1: Comparação entre computação pervasiva, móvel e ubíqua.

Fonte: ARAÚJO. 2007.

	Computação Pervasiva	Computação Móvel	Computação Ubíqua
Mobilidade	Baixa	Alta	Alta
Grau de Embarcamento <sup>1</sup>	Alto	Baixo	Alto

#### 2.1.4 Computação Nômade

Atualmente, a maioria dos usuários de computadores associa os seus dispositivos móveis ou computador de mesa com um servidor localizado em algum lugar, no entanto, uma boa parte desses mesmos usuários pode ser considerada como nômade, na medida em que eles se movem com seus próprios computadores portáteis e dispositivos de comunicação em suas viagens, entre escritórios, em casa, no avião, hotel, automóvel, etc. Além disso, mesmo sem dispositivos móveis ou computadores, muitos viajam para várias localidades a negócio ou a lazer, e desejam fazer uso do acesso a computadores e as redes de comunicação, quando chegam ao destino.

Com a rápida evolução da área de TI, em especial em tecnologias de comunicação e colaboração, estão mudando significativamente o cenário da computação organizacional. Acontecimentos importantes em tecnologias de comunicação móveis e sem fios e a continua miniaturização de chips de computadores e dispositivos sugerem radicalmente novos modelos de computação baseada em usuários nômades (LYYTINEN e YOO, 2001).

<sup>1</sup> Segundo Araújo (2007), "o grau de embarcamento indica, de maneira geral, o grau de inteligência dos computadores, embutidos em um ambiente pervasivo, para detectar, explorar e construir dinamicamente modelos de seus ambientes".

Lyytinen e Yoo (2002) propõem o termo Computação Nômade. Eles definem que um ambiente de informação nômade resultante é composto por um conjunto heterogêneo de elementos interligados de forma tecnológica e organizacional, permitindo a mobilidade física e social dos serviços de computação e comunicação entre os atores organizacionais tanto no âmbito local da fronteira organizacional como fora dela.

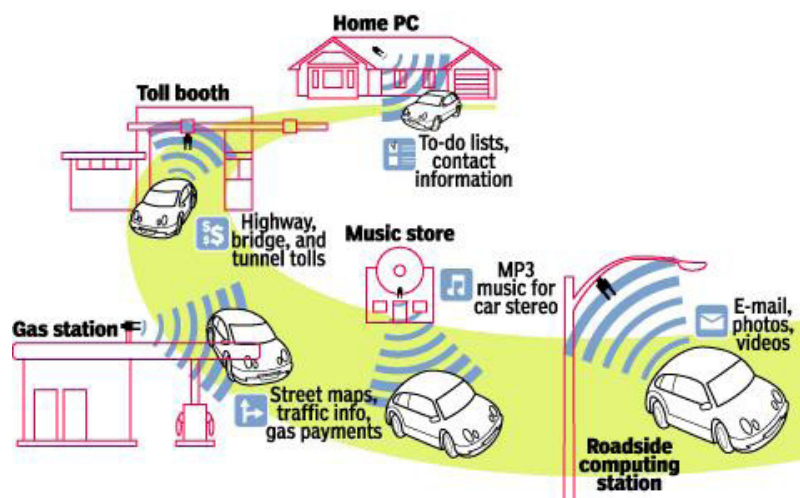


Figura 4: Protótipo do projeto para equipar um carro com um sistema de acesso a informações e computação através de uma infra-estrutura de comunicação sem fio.  
Fonte: Revista PC Magazine - <http://www.pcmag.com/article2/0,2817,417233,00.asp>

Dispositivos de computação wireless e handheld também irão conduzir a uma forma mais abrangente de digitalização, miniaturização, e integração dos diversos conjuntos de dados pessoais, organizacionais e públicos, com isso oferecendo possibilidades sem precedentes para acessar, manipular e compartilhar informações em movimento. A característica mais importante destes dispositivos é sua natureza nômade: podem mover e acessar muitos tipos de serviços estando disponível o tempo todo. Isto faz crescer a necessidade de integrá-los enquanto em deslocamento (LYYTINEN e YOO, 2001). As características essenciais de um ambiente de informação nômade são elevados níveis de mobilidade,

conseqüentemente a larga escala de serviços e infra-estruturas, bem como as diversas maneiras pelas quais os dados são tratados e transmitidos que muitas vezes é chamada de convergência digital.

A computação nômade é focada na idéia de Tecnologias de Informação Móveis e Sem fio, mas chama a atenção para outros elementos relacionados a tecnologias que apóiam usuários nômades, como questões relacionadas à interação homem-computador, psicologia, sociologia, ergonomia etc. Nessa visão ampliada sobre as tecnologias móveis, Kakiara e Sorensen (2002) e Sorensen (2003) argumentam que a mobilidade não possui somente uma dimensão espacial, mas também temporal e contextual.

## 2.2 TECNOLOGIAS INTELIGENTES

### 2.2.1 Interfaces Naturais

Além da proliferação de dispositivos pelo ambiente, a computação ubíqua envolve também o desenvolvimento de interfaces naturais. Por meio do suporte a formas comuns de expressão humana, as interfaces naturais facilitam a capacidade de comunicação entre usuários e computadores utilizando ações explícitas ou implícitas durante a comunicação.

O objetivo das pesquisas nessa área é aproximar a interação usuário-computador da interação natural que ocorre entre pessoas. Desse modo, a interação usuário-computador seria não-intrusiva, ideal para computação ubíqua. Com isso, projetos voltados para interfaces mais amigáveis investigam técnicas de reconhecimento de escrita e de gestos, interação com canetas, técnicas de voz e percepção computacional, interação com sensores e manipulação de artefatos eletrônicos (ABOWD, 2002).

### 2.2.2 Redes De Sensores Sem Fio

Uma rede de sensores pode ser definida sob diferentes enfoques. Uma rede sem fio formada por um grande número de sensores pequenos e imóveis plantados numa base ad-hoc para detectar e transmitir alguma característica física do ambiente. A informação contida nos sensores é capturada e armazenada numa base central de dados. Com enfoque nos sistemas distribuídos, para Heidemann et al. (2001), uma rede de sensores pode se definida também como uma classe particular de sistemas distribuídos, onde as comunicações de baixo nível não dependem da localização topológica da rede. Desta forma, possui características particulares como a utilização de recursos restritos de energia, topologia de rede dinâmica e uma grande quantidade de nós. Pode ser um conjunto de nós individuais (sensores) que operam sozinhos, mas que podem formar uma rede com o objetivo de juntar as informações individuais de cada sensor para monitorar algum fenômeno. Estes nós podem se mover juntamente com o fenômeno observado. Por exemplo, no filme Twister (1996) sensores são colocados em uma caixa que é levada para dentro do furacão com o objetivo de observar seu comportamento e obtendo dados para análise científica do fenômeno.

Sensores podem ser vistos como pequenos componentes que combina a energia computacional, a capacidade de computação sem fio e sensores especializados. Estes componentes ou nós podem ser utilizados de forma eficiente, mesmo que sejam muitos, para alcançar uma missão comum, como no exemplo do filme citado anteriormente.

Os sensores podem ser usados para monitorar ambientes que sejam de difícil acesso ou perigosos, tais como o fundo do oceano, vizinhanças de atividades vulcânicas, territórios inimigos, áreas de desastres e campos de atividade nuclear.

Eles, também, podem ser usados para tarefas interativas, buscar sobreviventes de desastres naturais ou conter e isolar óleo derramado, para proteger a costa marítima.

A nova tecnologia de sensores cria um conjunto diferente de desafios provenientes de fatores com os nós que se encontram embutidos numa área geográfica e interagem com um ambiente físico, são menores e menos confiáveis que roteadores de redes tradicionais, geram e possivelmente armazenam dados detectados ao contrário de roteadores de rede e podendo possuir mobilidade.

Dada a diversidade de fatores e desafios é necessário um novo conjunto de ferramentas de software e protocolos para habilitar a programação e o uso efetivo de tais sistemas de computação embutida em redes.

Apesar dos desafios encontrados para se construir uma rede sensores, existem muitas vantagens na sua utilização como a diminuição do custo do sistema, com a utilização comercial de tecnologias de rede em sistemas de sensores tradicionais se consegue reduzir o custo da rede e conseqüentemente o aumento do desempenho, permite a monitoração de alvos de difícil detecção e redução de erros. Em ambientes inteligentes futuros, as redes de sensores sem fio serão importantes em detectar, coletar e disseminar informações de determinados fenômenos. Aplicações de sensores representam um novo paradigma para operação de rede, que têm objetivos diferentes das redes sem fio tradicionais.

### **2.2.3 Computação Ciente De Contexto**

Na interação entre pessoas, muitas das informações são trocadas de forma implícita. Expressões, gestos e tonalidade de voz podem ser utilizados para auxiliar a comunicação entre as pessoas envolvidas. No entanto, na interação usuário-

computador raramente há o compartilhamento de informações de contexto devido ao uso de dispositivos tradicionais de interação como o teclado e mouse.

De acordo com Dey e Abowd (1999), contexto é qualquer informação relevante que possa ser utilizada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade pode ser uma pessoa, lugar ou objeto que é considerado relevante para a interação entre um usuário e uma aplicação, inclusive ambos, portanto, a computação ciente de contexto é responsável por obter e utilizar informações de contexto adquiridas de um dispositivo computacional com o objetivo de prover serviços a uma entidade.

Computação ciente de contexto envolve o desenvolvimento de aplicações que permitam a coleção de informação de contexto e a mudança de comportamento com base nas informações de contexto coletadas. Além disso, uma aplicação ciente de contexto deve ser capaz de associar significado aos eventos do mundo exterior e usar essa informação de maneira efetiva (ABOWD, 1999a), estas aplicações devem ser capazes de adquirir informações de contexto de modo automatizado, disponibilizando-as em um ambiente computacional em tempo de execução. Os desenvolvedores deste tipo de aplicação têm a tarefa de decidir se as informações obtidas são realmente relevantes, quando se pode interpretá-las, e como manipulá-las (DEY E ABOWD, 1999).

Enriquecendo a interação usuário-aplicação com informações de contexto é possível melhorar os serviços oferecidos. Se uma parte de informação pode ser usada para caracterizar a situação de um participante em uma interação, então tal informação é contexto. Para obter informações de contexto relevantes à aplicação, podem-se classificar os tipos de contexto de forma a auxiliar desenvolvedores a construírem aplicações cientes de contexto. As aplicações de computação ubíqua precisam ter ciência de contexto, sendo capazes de adaptar seu comportamento com base nas

informações extraídas dos ambientes físico e computacional. Ryan et al. (1997) sugere tipos de informações de contexto como localização, ambiente, identidade e tempo. Segundo Dey e Abowd (1999) é possível obter informações de contexto com base em cinco dimensões conhecidas como “cinco Ws”:

- **Who:** É importante identificar quantos usuários estão envolvidos, quais os seus papéis no domínio da aplicação e se os registros capturados são públicos, privados ou uma mistura de ambos;
- **Where:** A idéia de localização é a mais utilizada por aplicações cientes de contexto. Na área de computação ubíqua, esta dimensão é muito utilizada em associação com a dimensão de identidade (who) e a temporal (when) no intuito de fornecer novas funcionalidades às aplicações.;
- **When:** O contexto temporal tem sido utilizado para indexação de registros capturados, deve-se identificar com que frequência a captura e o acesso ocorrem, se há algum padrão passível de previsão e o tempo que se passará entre a experiência capturada e o acesso;
- **What:** Dimensão responsável por identificar a atividade do usuário, tarefa que em geral é considerada complexa. Dispositivos cientes de contexto devem suportar interpretações de atividades humanas;
- **Why:** Mais complexo do que identificar a ação do usuário é descobrir o porquê de sua atividade. Obter informações capazes de prover o motivo de uma ação do usuário talvez seja o maior desafio da computação ciente de contexto. Devido ao alto grau de complexidade, a combinação das outras dimensões citadas anteriormente pode ser utilizada para a obtenção de informações desta dimensão.

#### **2.2.4 Captura e Acesso de Atividades Humanas**

As pessoas gastam muito tempo registrando, com maior ou menor precisão, acontecimentos dos quais participam. Tudo para que, no caso de uma necessidade, possam recuperar determinados detalhes de acontecimentos passados. No entanto, os seres humanos não são capazes de registrar todas as informações relevantes, talvez nem mesmo todos os tópicos de interesse. Uma das utilidades potenciais de um ambiente de computação ubíqua é que ele pode ser usado para capturar as experiências cotidianas das pessoas e tornar esses registros disponíveis para uso futuro (ABOWD, 1999a). A proposta é utilizar ferramentas especializadas na tarefa de registrar informação, os computadores, e permitir que as pessoas se concentrem na síntese e compreensão da experiência propriamente dita, com total confiança de que os detalhes estão sendo registrados e serão disponibilizados para consultas futuras. Essas experiências podem ser vistas como geradores de rico conteúdo multimídia. Com a utilização de multimídia em ambientes computacionais, o ser humano pode enfim focar sua atenção exclusivamente na atividade que exerce de modo mais eficiente. Segundo Abowd e Mynat (2000) e Abowd et al.(2002), a área de captura e acesso de atividades humanas é responsável pelo desenvolvimento de aplicações capazes de preservar a gravação de alguma experiência cotidiana para acesso futuro. Prover mecanismos automatizados para a captura, integração e acesso desses registros multimídia é um dos desafios da computação ubíqua.

### **2.3 TECNOLOGIA EM REDES MÓVEIS**

Os avanços nas comunicações nos últimos anos possibilitaram o surgimento de varias tecnologias, que desde então procuram atender a real necessidade de seus usuários, com a melhor qualidade possível. Nos últimos anos a comunicação sem fio



ganhou um espaço considerável nas tecnologias de transmissão de dados, deixando de existir apenas nas comunicações de longa distância, feitas através de satélite, para fazer parte de ambientes locais. Essa tendência foi fortalecida pelo investimento de instituições e empresas no sentido de aplicar a transmissão sem fio em redes de computadores.

### **2.3.1 Bluetooth – IEEE 802.15**

Bluetooth é um padrão para a comunicação de dados em curta distância de redes sem fio com um baixo custo, alta operabilidade e uns poucos dispositivos. A tecnologia de Bluetooth foi projetada inicialmente para suportar redes simples com dispositivos e periféricos pessoais, tais como celulares, PDAs, computadores e mouses. e etc. Como o Wi-Fi e outras tecnologias wireless atuais, as preocupações com o Bluetooth incluem a segurança e a interoperabilidade com outros padrões de rede.

Cada dispositivo Bluetooth tem embutido dentro dele um chip que nada mais é que um micro rádio transceptor, os sinais transmitidos no padrão 802.15 alcançam distâncias curtas, tipicamente de até 10 metros em 2,45 GHz, com baixa taxa de transmissão, menor que 1 Mbps, para evitar interferência com outros protocolos que podem estar usando a mesma faixa de frequência, o protocolo a divide em 79 canais e muda de canal até 1600 vezes por o segundo. Embora o Bluetooth utilize a mesma banda de frequência do 802.11b e 802.11g, a tecnologia de Bluetooth não é um substituto Wi-Fi apropriado. Comparado ao Wi-Fi, uma rede Bluetooth é muito mais lenta e suporta poucos dispositivos. As redes Bluetooth se caracterizam por formarem uma topologia dinâmica chamada piconet que contem no mínimo dois e no máximo oito dispositivos em rede ou scatternet, combinação de várias piconets.

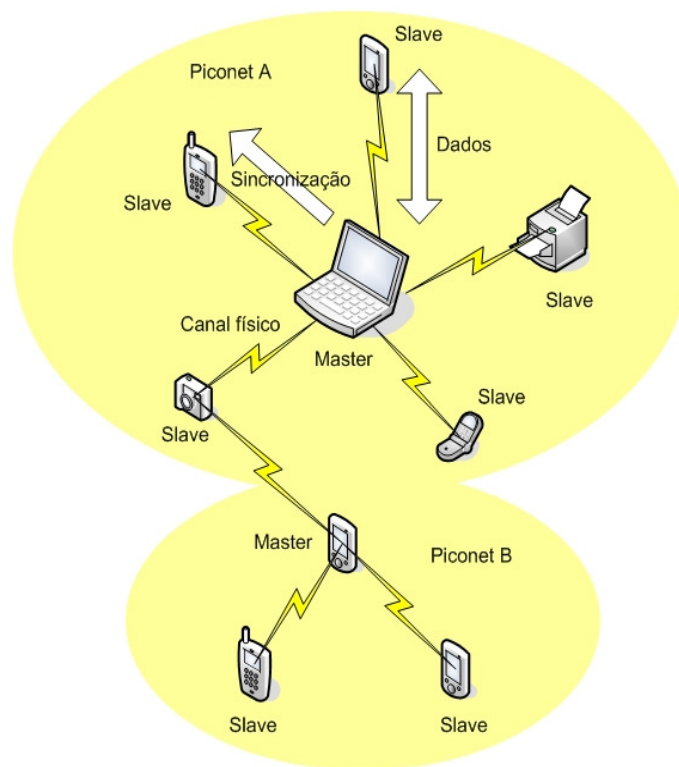


Figura 5: Funcionamento de uma rede Bluetooth – Fonte: adaptação retirada de [http://articles.techrepublic.com.com/5100-10878\\_11-6139987.html](http://articles.techrepublic.com.com/5100-10878_11-6139987.html)

Os dispositivos comunicam-se usando protocolos que são parte da especificação do Bluetooth, possuindo 5 camadas que são a camada de rádio, de Baseband, LMP, L2CAP e SDP. A tecnologia tem como desvantagens problemas de segurança por utilizar ondas de rádio, o curto alcance, mas tem mais largura de banda que o IrDA, com isso poderá a curto prazo fazer desaparecer as conexões por cabo, visto que muitos deles são proprietários não existindo padronização.

### 2.3.2 Wireless – IEEE 802.11

Com a elevação das taxas de transferência de dados, que passou a atingir dezenas de Mbps, as redes sem fio começaram a ser vistas como uma tecnologia promissora e a receber ainda mais investimentos para a construção de equipamentos que possibilitassem a comunicação sem fio entre computadores a distâncias cada vez

maiores. Atualmente, o foco das redes sem fio está incluído no contexto das redes locais de computadores baseadas no padrão do IEEE 802.11. Este padrão define basicamente uma arquitetura para as WLANs que abrange os níveis físico e de enlace. No nível físico são tratadas apenas as transmissões com frequência de rádio (RF) e infravermelho (IR), embora outras formas de transmissão sem fio possam ser usadas, como microondas e laser, por exemplo. No nível de enlace, o IEEE definiu um protocolo de controle de acesso ao meio, bastante semelhante ao protocolo usado em redes locais Ethernet (CSMA/CD).

Do ponto de vista de padrões a tabela a seguir mostra as principais características tais como taxa de transmissão, banda de frequência e etc.

Tabela 2: Especificações 802.11

Padrão	Especificações
802.11	Padrão original WLAN. Suporta de 1 a 2Mbps.
802.11a	Padrão de alta velocidade WLAN para banda de 5GHz. Suporta 54Mbps.
802.11b	Padrão WLAN para banda de 2,4GHz. Suporta 11Mbps.
802.11c	Protocolo usado para bridges.
802.11d	Roaming International – automaticamente configura dispositivos para encontrar regulação local de RF.
802.11e	Endereça os requisitos de qualidade de serviço para todas as interfaces de rádio IEEE WLAN.
802.11f	Define o ponto de acesso de comunicação para facilitar a distribuição de múltiplos fornecedores de redes WLAN.
802.11g	Estabelece uma técnica adicional de modulação para banda de 2,4GHz. Suporta velocidade de até 54Mbps.
802.11h	Define o gerenciamento de espectro da banda de 5GHz. Seleção dinâmica de frequências.
802.11i	Provê maior segurança, através de autenticação e políticas de segurança. A criptografia é usada, substituindo-se o protocolo WEP pelos protocolos TKIP e AES.
802.11n	Provê melhor vazão com taxas de até 300Mbps.
802.11s	Especifica uma extensão do padrão IEEE 802.11 para solucionar problemas de interoperabilidade, segurança e outros relacionados a redes MESH

O sistema sem fio vem crescendo significativamente, onde muitas soluções WLAN estão sendo ou já foram implantadas em empresas, universidades e outras instituições do mundo inteiro. Isso indica, sem dúvida, que as redes de computadores já são uma realidade e, provavelmente, possuem capacidade de substituir ou de serem adicionadas aos sistemas com fio já existentes, passando a ser uma solução bastante interessante para as organizações, pois desta forma os pontos ganhariam mobilidade, os custos seriam reduzidos além de se ganhar agilidade e facilidade, tanto na implementação quanto na utilização.

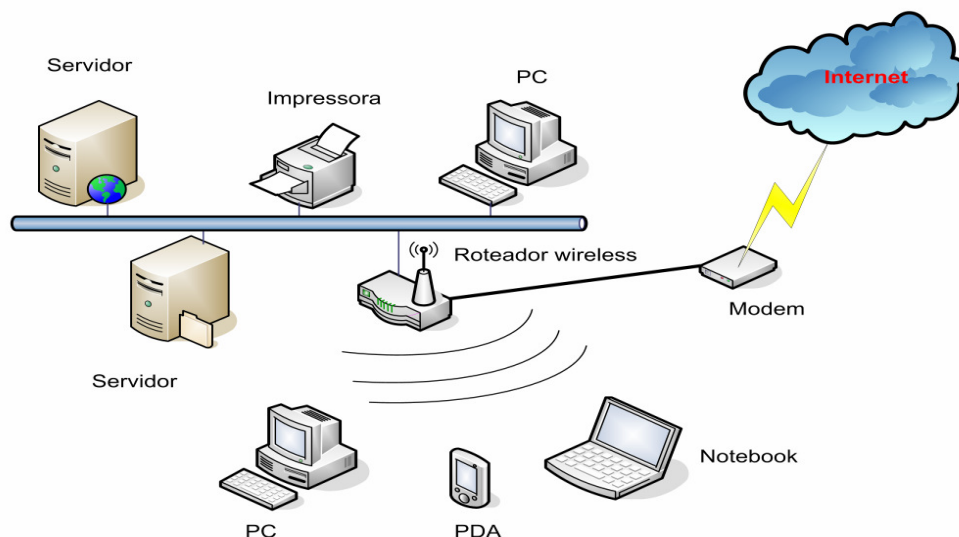


Figura 6: Aplicação wireless  
Fonte: adaptação de <http://www.datamab.com.br/di714p.jpg>

Em redes wireless observamos dois tipos básicos de rede:

- Infra-estruturada – possui um ponto central, geralmente um AP;
- Ad-Hoc - um sistema onde as comunicações são estabelecidas entre várias estações de uma mesma célula, sem o uso de um ponto central de acesso ou

Para que se entenda melhor uma arquitetura wireless é necessário que alguns conceitos sejam descritos:

BSS - Basic Service Set - corresponde a uma célula de comunicação wireless. É o raio de comunicação de uma rede wireless, ou seja, a região de transmissão.

STA - Stations - são as estações de trabalho que se comunicam entre si dentro da BSS. podendo ser dispositivos portáteis ou desktops.

AP - Access Point - funciona como uma bridge ou hub entre a rede wireless e a rede tradicional, geralmente

### **2.3.3 WiMAX – IEEE 802.16**

WiMAX é uma tecnologia que permite que dispositivos estabeleçam comunicação sem fio provendo conexões de banda larga com altas taxas de transmissão sob distâncias em uma área metropolitana, padronizada como IEEE 802.16. O WiMAX fórum foi criado com o objetivo de promover o uso do WiMAX e estabelecer as padronizações IEEE 802.16, e com isso garantir a compatibilidade e interoperabilidade dos dispositivos que utilizam o WiMAX.

Este padrão, como a maioria dos outros padrões, sofreu melhorias em seus aspectos principais como mostrado na tabela 3, levando em consideração a evolução ocorrida nestas especificações. Existe uma grande distinção feita em relação aos padrões: IEEE 802.16-2004 e IEEE 802.16e-2005, sendo o primeiro chamado de fixo e o segundo de móvel ou nômade.

Tabela 3: Especificações WiMAX

	IEEE 802.16	IEEE 802.16a/REVd	IEEE 802.16e
Homologação	2001	802.16a: 2003 802.16 REVd:2004	2005
Frequência	10 – 66 GHz	2 – 11 GHz	2 – 6 GHz
Condições do Canal	LOS	NLOS	NLOS
Taxa de Transmissão	Entre 32 e 134 Mbps (canal de 28 MHz)	Até 75 Mbps (canal de 20 MHz)	Até 15 Mbps (canal de 5 Mhz)
Modulação	QPSK, 16 QAM e 64 QAM	OFDM 256 sub-portadoras, OFDMA 64QAM, 16 QAM, QPSK, BPSK	OFDM 256 sub-portadoras, OFDMA 64 QAM, 16 QAM, QPSK, BPSK
Mobilidade	Fixa	Fixa e portátil (nômade)	Mobilidade, roaming regional
Largura de Banda	20, 25 e 28 MHz	Entre 1,5 e 20 MHz, com até 16 sub-canais lógicos	Entre 1,5 e 20 MHz, com até 16 sub-canais lógicos
Raio da Célula	2 – 5 Km	5 – 10 Km	Alcance máximo de 50Kms dependendo dos parâmetros técnicos

Um importante aspecto do padrão IEEE 802.16 é que este define uma camada MAC que suporta múltiplas especificações de camada física, permitindo adaptar vários tipos de exigências de usuários finais, sendo baseado em OFDMA com três modos de operação de modulação: SOFDMA , OFDM 256 ou OFDMA 2048 e permite elevadas taxas de transmissão atingindo longas distâncias, além de ser tolerante às reflexões de sinais. Conforme o WiMAX Fórum , tanto o 802.16-2004 quanto o 802.16e apresentam desempenho similar, a taxa de transmissão máxima por setor em ambas versões do WiMAX aproxima-se de 15Mbps por canal de 5MHz ou 35Mbps por canal de 10MHz, com alcance de alguns quilômetros, dependendo das condições de propagação. Este padrão habilita também uma modulação dinâmica adaptativa, na qual a estação base pode negociar a taxa de transmissão conforme o alcance, ou seja, caso exista dificuldade em se estabelecer um enlace robusto entre a estação base e uma estação distante utilizando o esquema de modulação de

maior ordem, como 64 QAM, a modulação é reduzida para 16 QAM ou QPSK, reduzindo a taxa, porém aumentando o alcance do sinal.

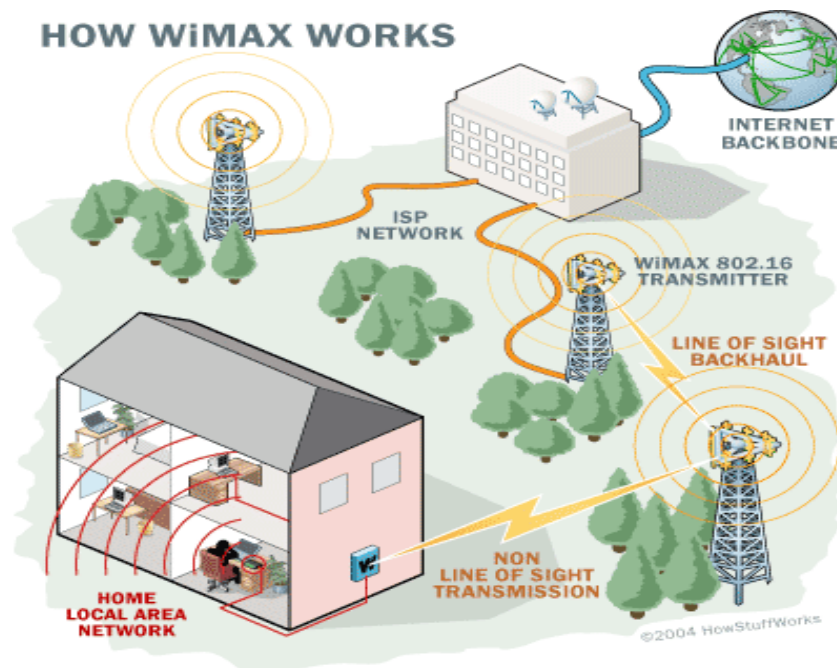


Figura 7: Funcionamento da tecnologia WiMAX  
 Fonte: <http://computer.howstuffworks.com/wimax1.htm>

#### 2.3.4 GPRS

O GPRS é um serviço de valor agregado<sup>1</sup> não baseado em voz que permite o envio e recepção de informações através de uma rede telefônica móvel. Ele suplementa as tecnologias atuais de CSD e SMS. disponíveis em uma casa. GPRS facilita muitas novas aplicações não disponíveis através das redes GSM, dadas as limitações na taxa de transferência dos CSDs (9,6 kbps) e do tamanho da mensagem no SMS, 160 caracteres.

<sup>1</sup> Serviço de valor agregado é a atividade que acrescenta, a um serviço de telecomunicações que lhe dá suporte e com o qual não se confunde, novas utilidades relacionadas ao acesso, armazenamento, apresentação, movimentação ou recuperação de informações. Fonte LGT – lei Nº 9.472.

Essas aplicações vão desde navegação na GPRS facilita muitas novas aplicações não disponíveis através das redes GSM, dadas as limitações na taxa de transferência dos CSDs (9,6 kbps) e do tamanho da mensagem no SMS, 160 caracteres. Essas aplicações vão desde navegação na Web até transferência de arquivos para automação de residências, por exemplo, a habilidade de acessar e controlar remotamente os equipamentos e recursos. A tecnologia possui taxa de transferência teórica de até 171,2 kbps, usando todos os oito timeslots ao mesmo tempo, ou seja, uma taxa de transferência aproximadamente três vezes mais rápida do que as possíveis nas redes de telecomunicações fixas e dez vezes mais que os atuais serviços de CSD nas redes GSM. Existe a facilidade de conexões instantâneas, pois a informação pode ser enviada ou recebida imediatamente conforme a necessidade do usuário. Não havendo a necessidade de conexões através de modems, significando que os usuários estão sempre conectados, essa disponibilidade imediata é uma das vantagens de GPRS e SMS quando comparado com CSD, sendo uma característica muito importante para aplicações críticas como autorização remota de lançamento em cartões de crédito, quando é inaceitável que o cliente seja mantido em estado de espera por mais de 30 segundos além do necessário ou em casos de alto risco.

Com o GPRS, a informação é dividida em “pacotes” relacionados entre si antes de ser transmitida e remontada no destinatário, usar a comutação de pacotes no GPRS significa que os recursos de rádio serão utilizados apenas quando os usuários estiverem enviando ou recebendo dados, ao invés de dedicar um canal para um usuário por um determinado período de tempo, o recurso pode ser compartilhado concorrentemente entre vários usuários, esse uso eficiente de recursos significa que um grande número de usuários GPRS pode potencialmente compartilhar a mesma



largura de banda e serem servidos de uma única célula. O número atual de usuários suportados depende da aplicação em uso e de quanta informação está sendo transferida. Dada a eficiência do GPRS, há menor necessidade de investir em recursos que serão somente utilizados em horários de pico, portanto, o GPRS permite que as operadoras maximizem o uso de seus recursos de rede de uma forma dinâmica e flexível. O GPRS pode melhorar a capacidade de uma rede GSM, pois, simultaneamente aloca recursos de rádio, escassos, de forma mais eficiente por suportar conectividade virtual, migra tráfego anteriormente enviado através de CSDs para GPRS, e reduz o uso de canais de sinalização através da migração de tráfego que anteriormente era enviado via SMS para GPRS ao invés de usar a conectividade GPRS / SMS suportada pelo padrão GPRS.

De início, GPRS permite uma funcionalidade completa no que se refere a Internet Móvel por disponibilizar interoperabilidade entre a Internet existente e as novas redes GPRS, qualquer serviço atualmente utilizado na Internet tais como FTP, navegação na Web, chat, email, telnet e etc, estará disponível através da rede móvel com o GPRS.

Na verdade, muitas operadoras estão considerando a oportunidade de usar GPRS como forma de ajudar a se tornarem Provedores de Serviço Internet . A Internet está se tornando a primeira escolha das pessoas que desejam ter acesso para entretenimento e coleta de informações, a intranet para acessar informações da companhia e a extranet para acessar clientes e fornecedores, tudo isso com o intuito de conectar comunidades com interesses diversos.

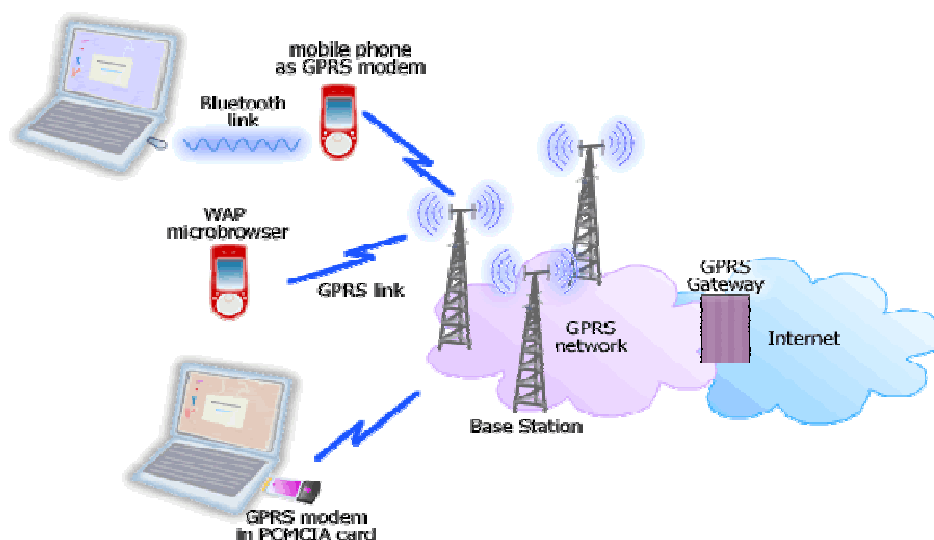


Figura 8: Funcionamento da tecnologia GPRS  
 Fonte: <http://www.embraseg.com/images/GPRS.gif>

Há uma tendência em se armazenar informações localmente por meio de pacotes de software específicos e acessar essas informações remotamente, via Internet, o que torna a navegação na Web uma aplicação importante para GPRS. Como os protocolos em uso são os mesmos, as redes GPRS podem ser encaradas como sub-redes da Internet e os telefones GPRS compatíveis podem ser vistos como nós móveis dessa rede, isso significa que cada terminal GPRS pode potencialmente ter seu próprio endereço IP e ser endereçável por isso. Vale ressaltar que o GPRS não é um serviço projetado para ser utilizado exclusivamente em redes móveis baseadas no padrão GSM.

O padrão IS-136 TDMA, popular nas Américas do Norte e do Sul, também suporta GPRS, isso permite seguir um caminho evolutivo em direção às redes móveis de terceira geração, conforme acordado em 1999 pelas associações da indústria que suportam esses dois tipos de redes.

Para implementação e uso da tecnologia é necessário que alguns requisitos sejam atendidos como um telefone móvel ou terminal que suporte GPRS, já que a maioria

dos telefones GSM existentes não suportam GPRS, uma assinatura em uma rede de telefonia móvel que suporte GPRS, ter o uso de GPRS habilitado. Acesso automático ao GPRS pode ser permitido por algumas operadoras; outras poderão requerer uma opção específica de adesão, conhecimento de como enviar e receber informações através do GPRS usando seu aparelho telefônico, incluindo configurações de hardware e software, o que cria a necessidade de um serviço de atendimento ao cliente, um destino para enviar ou um local de onde receber informações através do GPRS. Enquanto que com SMS esse destino ou origem era freqüentemente outro telefone móvel, com GPRS é mais provável que se pareça com um endereço Internet, já que GPRS foi projetado para tornar o acesso à Internet totalmente disponível aos usuários móveis desde o início. Desde a disponibilidade do serviço, os usuários do GPRS podem acessar qualquer página da Web ou outras aplicações Internet - fornecendo uma massa crítica inicial de uso. Essas necessidades fazem com que a tecnologia se torne muito específica e dependente de questões muitas vezes complexas e difíceis, face ao grande número de variáveis envolvidas no cenário apresentado.

#### 2.4 DOENÇAS CARDÍACAS – ARRITIMIA CARDÍACA.

Em condições normais, o nosso coração "bate" em uma freqüência que varia de 60 a 100 vezes por minuto, por ser um órgão eminentemente muscular e, como os outros músculos do nosso corpo, ele precisa de um estímulo para funcionar adequadamente, estes são então responsáveis pelo batimento cardíaco sendo representados por uma espécie de "corrente elétrica" que é transmitida por todo o coração, através de estruturas que poderiam ser grosseiramente comparadas a "fios condutores". Esse estímulo nasce em uma estrutura localizada no próprio coração,

chamada nó sinusal, também conhecida como marcapasso fisiológico, que tem a capacidade de estimular o coração a bater de frequência correta a cada minuto. Após a geração desse estímulo, ele caminha por células especializadas ativando todo o coração, permitindo que ele exerça sua principal função, que é a de bombear o sangue para os vários órgãos de nosso corpo, no entanto, nem sempre as coisas acontecem assim. Em alguns casos, por diversos motivos, esse estímulo não é gerado na frequência correta, podendo ser para mais ou para menos ou nasce em locais não habituais, esses estímulos anormais também podem ser conduzidos pelo coração, causando ou não sintomas e podendo levar à morte.

As arritmias cardíacas representam esse grupo de distúrbios do ritmo cardíaco, que inclui um grande número de doenças, algumas bastante comuns e outras extremamente raras, é importante saber que podem ocorrer em qualquer idade, independente do sexo e da etnia, estando ou não associadas a outras doenças do coração.

As arritmias cardíacas podem ser classificadas de diversas formas, dependendo da frequência, mecanismo de formação, local de origem, etc. Muitas arritmias são completamente assintomáticas, e a grande parte da população apresenta alguns episódios arrítmicos durante o dia e nem se dá conta disso, a verdade é que existem alguns tipos de arritmias que estão mais associados à ocorrência de sintomas do que outros, sendo dependente também de vários outros fatores tais como frequência dos episódios, frequência cardíaca atingida durante a arritmia, presença de doença cardíaca prévia, entre outros. O sintoma mais comum é a palpitação, que pode ocorrer tanto nas bradicardias<sup>1</sup> quanto nas taquicardias<sup>2</sup>, algumas pessoas são desse sintoma.

---

<sup>1</sup> Bradicardia: ocorre quando a frequência cardíaca é inferior a 60 batimentos por minutos, em adultos.

<sup>2</sup> Taquicardia: ocorre quando a frequência cardíaca é superior a 100 batimentos por minutos.

Outro sintoma comum é a síncope, ou desmaio, caracterizada pela recuperação imediata e espontânea, nele o indivíduo pode sentir também falta de ar, mal-estar, e outros sintomas que vão depender da presença ou não de outras doenças.

Algumas vezes, quando a arritmia é mais grave, o paciente pode apresentar confusão mental, fraqueza, hipotensão<sup>3</sup>, angina<sup>4</sup>, caracterizando uma emergência médica e levando à aplicação de tratamento imediato para evitar a morte do paciente. Na suspeita de alguma arritmia, após a conversa com o paciente e o exame físico, o qual pode mostra um pulso irregular, os exames complementares a serem solicitados são o eletrocardiograma, o Holter-24 horas, o ecocardiograma e o estudo eletrofisiológico.

O tratamento vai depender do tipo específico de arritmia, em alguns casos, o uso de medicação antiarrítmica não é suficiente para prevenir a ocorrência de novos episódios arrítmicos o que indica a necessidade de outras terapias.

As arritmias denominadas bradiarritmias, quando sintomáticas e perigosas, são tratadas com o implante de um marcapasso, que tem a função de substituir o nó sinusal, gerando impulsos elétricos que são aplicados diretamente no coração e estimulando o batimento cardíaco, hoje em dia, cada vez mais marcapassos são implantados, em todo o mundo.

Existem mais de um tipo de arritmia cardíaca que pode levar à parada cardíaca sendo que a mais comum é a fibrilação ventricular, essa arritmia é gerada nos ventrículos e faz com que o coração perca a capacidade de bombear sangue, o indivíduo perde a consciência, pára de respirar e morre caso ela não seja revertida em poucos minutos, como não há fluxo de sangue nos vasos, o cérebro não é oxigenado, assim caso a reversão demore a acontecer, após a ressuscitação o

---

<sup>3</sup> Hipotensão: pressão baixa.

<sup>4</sup> Angina: dor no peito.

paciente pode apresentar seqüelas irreversíveis, a única forma de tratar adequadamente essa arritmia é a aplicação de choques no "peito" do pacientes.

Geralmente, esses pacientes apresentam algum tipo de doença cardíaca importante, quando pacientes apresentam um episódio de parada cardíaca e são ressuscitados, dependendo do quadro global da doença cardíaca, indica-se o implante do cardiodesfibrilador, esse aparelho é um tipo de marcapasso capaz de identificar a arritmia, quando ela acontece, e de aplicar choques diretamente no coração, para tratar a arritmia quando necessário.

Em face ao conteúdo apresentado neste capítulo, serão abordados os processos de acompanhamento que necessitam da inserção dos dispositivos elétricos citados, que corrigem essas anomalias.

Hoje com o avanço da tecnologia, isso pode ser feito através de monitoramento remoto, que tem como objetivo principal diminuir as dificuldades encontradas pelos pacientes e proporcionar uma resposta rápida quando tais eventos vierem de fato a ocorrer.

Vale ressaltar que os sintomas podem não ser percebidos ou estes dispositivos podem apresentar problemas, colocando em risco a vida dos pacientes, em contrapartida, o monitoramento remoto proporciona ao paciente uma melhor qualidade de vida, principalmente nos casos mais graves, uma vez que atenua o sofrimento de longas internações e os riscos que estão associados.

### 3 METODOLOGIA DE PESQUISA

O intuito desse trabalho foi realizar uma análise comparativa entre as tecnologias utilizadas por dois fabricantes de equipamentos para tratamento de doenças cardíacas, a Biotronik e a Medtronic, no que tange o monitoramento remoto de arritmias cardíacas, em que são utilizados marcapassos.

Como os fabricantes adotam diferentes abordagens para a mesma aplicabilidade, ambas fazendo uso de tecnologias de redes sem fio no monitoramento, foram exemplificadas as diferenças e conseqüentemente vantagens e desvantagens do uso da tecnologia em relação ao estudo em questão. Além disso, foram analisadas as evoluções de ambas, para que pudéssemos avaliar se o termo “Ubiquidade” aparece no seu sentido mais amplo, especificamente nos casos de doenças graves do coração.

Ao final dessa análise foram apresentadas, na conclusão, sugestões que visam melhorias sobre a utilização das tecnologias atuais de rede sem fio empregadas no processo e também questionamentos, com o objetivo de eliminar o uso tão específico e proprietário das tecnologias que estão sendo adotadas pelas empresas sob análise, com o intuito de que seja menos presente e visível o poder computacional e com isso tentar tornar mais transparente e humano para o usuário o emprego desta solução.

Esse estudo teve como base fontes secundárias como os sites das empresas, documentações recebidas por contatos não formais e entrevistas com médicos que conhecem esta solução, visando com isso analisar todos os aspectos, desde a visão corporativa até a visão do médico que faz uso da tecnologia, não só verificando no âmbito tecnológico, mas também no lado humano de todo esse complexo processo.

## 4 ANÁLISE COMPARATIVA

### 4.1 MEDTRONIC

Criada em 1949 por Earl Bakken, na época estudante de Engenharia Eletrônica, e por seu cunhado, Palmer Hermundslie, iniciaram o negócio em uma garagem, no nordeste de Minneapolis, consertando equipamentos hospitalares eletrônicos, iniciando de forma modesta, a Medtronic cresceu, tornando-se uma das principais empresas de tecnologia médica do mundo, foi a empresa que desenvolveu o primeiro marca-passo implantável do mundo e também outros produtos revolucionários para alterações do ritmo cardíaco. A Medtronic continuou a desenvolver produtos e terapias inovadores para tratamento e controle de doenças cardiovasculares, distúrbios neurológicos, intervenções cirúrgicas da coluna vertebral, diabetes e doenças otorrinolaringológicas.

Líder mundial em tecnologia médica, está no Brasil desde 1997 e atua diretamente no mercado nacional, oferecendo soluções para toda a vida a pacientes que sofrem de inúmeras doenças crônicas, atuando na área de pesquisa, produção, venda de produtos, terapias e serviços que possam contribuir para a melhoria e o prolongamento da vida das pessoas. Os pacientes se beneficiam da tecnologia Medtronic para tratar, sanar ou monitorar doenças de origem cardíaca, vascular e neurológica, entre outras.

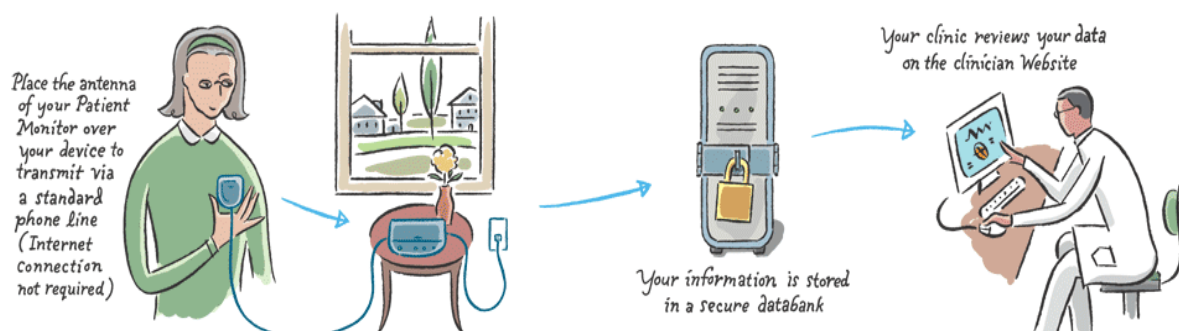


Figura 9: Sistema manual de monitoramento – Medtronic  
Fonte: <http://www.medtronic.com>



Com o advento de telemetria sem fio, a rotina de acompanhamento do dispositivo ocorre enquanto o paciente faz suas atividades diárias normais, o monitoramento contínuo e automático tem a segurança da confidencialidade dos dados tanto para clínicos quanto para pacientes.

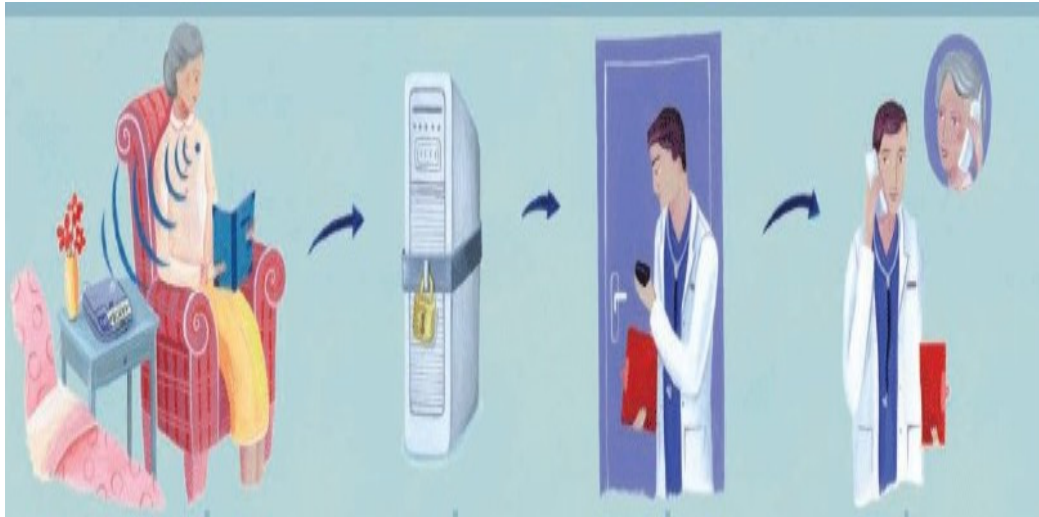


Figura 10: Exemplo de funcionamento – Medtronic(1)  
Fonte: <http://www.medtronic.com>

O dispositivo cardíaco implantado no paciente detecta um problema qualquer de arritmia ou na integridade de funcionamento do mesmo, se ele está programado para notificar o médico, o dispositivo estabelece comunicação sem fio com o aparelho de monitoramento que automaticamente disca para um número telefônico específico via PSTN e envia os dados coletados para um servidor seguro, o clínico recebe a notificação de alerta via um dispositivo de comunicação e verifica no website do sistema de monitoramento as informações do ocorrido com detalhes e com isso toma as atitudes necessárias comunicando ao paciente as medidas a serem adotadas.

Vale ressaltar que muitas das vezes os pacientes não percebem tais anomalias, podendo estar dormindo e mesmo assim sendo monitorados por uma equipe que

executa checagens periódicas uma vez que o dispositivo “acorda”, no período programado, envia as informações para o equipamento de monitoramento que procede conforme descrito anteriormente.



Figura 11: Exemplo de funcionamento – Medtronic(2)  
Fonte: <http://www.medtronic.com>

O emprego dessa tecnologia visa tornar menos complexo o tratamento e acompanhamento de pacientes crônicos que teriam que estar sempre em contato com o clínico ou sua equipe para realizar as avaliações e ajustes necessários, não obstante se pode esquecer que os casos de urgência não seriam tratados de forma tão rápida, até porque como dito muitas das vezes os pacientes não percebem os distúrbios.

Este processo é uma evolução do modelo manual de monitoramento, que necessitada de intervenção do usuário no uso como também a percepção da ocorrência da anomalia.

## 4.2 BIOTRONIK

Empresa Européia líder na área da tecnologia biomédica, tendo foco em dispositivos para intervenção vascular e eletroterapia cardíaca, esta oferecendo ferramentas diagnósticas e opções para o tratamento de arritmias que vai de encontro ao objeto desse trabalho, esses produtos ajudam os médicos não só a salvar vidas mas também melhorar a qualidade de vida dos pacientes. A BIOTRONIK atua globalmente, no Brasil especificamente desde 1983, provando que é possível pensar mundialmente, mas agindo de forma direcionada, interagindo com profissionais que pensam, vivem e atuam com o coração, a empresa além de atuar na área de pesquisa, desenvolvimento, produção e comercialização de seus produtos, oferece suporte aos seus clientes em todos os continentes. Fundada pelo Prof. Dr. Max Schaldach, que desenvolveu o primeiro marcapasso Alemão cerca de 40 anos, a BIOTRONIK desde então, foca no cuidado do paciente e desenvolve soluções inovadoras com a colaboração dos médicos especialistas e pesquisadores que caracterizam a companhia, essa aproximação acelera consideravelmente o desenvolvimento de uma idéia para tornar o produto disponível no mercado.



Figura 12: Exemplo de funcionamento - Biotronik  
Fonte: <http://www.biotronik.com>

Este sistema funciona de forma parecida com o anterior, reconhecendo precocemente eventos clínicos significativos como arritmias e problemas técnicos, mudando apenas a forma de como esses dados que são coletados e transmitidos

para a central de processamento das informações, neste caso específico trabalha com a tecnologia GPRS, que tem alta disponibilidade, mas requer alguns recursos e procedimentos como descrito anteriormente.

O tratamento opera no modo tradicional em conjunto com a tecnologia sem fio, isso possibilita transmissões diárias e adicionalmente transmissões em casos de eventos, cardíacos ou técnicos, estes podendo ser enviados através de email, SMS ou fax, tudo realizado com a maior segurança, eficácia e rapidez além de ter alcance mundial. A central única de serviços se localiza na Alemanha e todas as informações relevantes podem ser acessadas pela Internet, dados cardíacos detalhados ou parâmetros técnicos do implante são disponibilizados “online” para o médico a qualquer hora e em qualquer lugar, basta.

A possibilidade de configuração personalizada permite a detecção de anomalias antecipadamente, sendo dessa forma possível realizar uma adequação rápida da terapia às necessidades do paciente.



Figura 13: Aparelho GRPS utilizado na tecnologia  
Fonte [www.biotronic.com.br](http://www.biotronic.com.br)

### 4.3 COMPARAÇÃO DAS TECNOLOGIAS

Tabela 4: Tabela comparativa entre as tecnologias das empresas estudadas.

	<b>Medtronic</b>	<b>Biotronik</b>
Tecnologia	wireless + PSTN	GPRS
Proprietária	sim	sim
Dependente da tecnologia	sim	sim
Coleta de dados automática / programável	sim / sim	sim / sim
Dados cardíacos e técnicos	enviados por linha telefônica	GPRS ou SMS ou email ou FAX
Segurança dos dados	sim	sim
Facilidade de uso	sem necessidade de intervenção	sim
Reação rápida	sim	sim
Eventos anormais	enviados independente de programação	enviados independente de programação
Notificações adicionais	enviados independente de programação	enviados independente de programação
Gerenciamento remoto	parcial	parcial
Mobilidade	parcial	parcial
Transparência	não	não
Custo	médio	médio
Limitações	Dependente de linha telefônica	Dependente de disponibilidade e abrangência
Disponibilidade das informações	website	website
Contingenciamento	não	não
Ajuste remoto do dispositivo	não	não
Melhora da qualidade de vida do paciente	sim	sim
Abrangência mundial	relativa	relativa

## 5 CONCLUSÃO

Nos dias atuais, a área de saúde vem tentando tornar mais humano o tratamento de doenças graves, pode-se citar como exemplo a implantação de programas de homecare, que têm o intuito de melhorar a qualidade de vida dos pacientes nessas condições. Mas existem outras doenças que devido as suas letalidades decorrentes de distúrbios congênitos e que podem ocorrer a qualquer momento, requerem também uma especial atenção.

As arritmias cardíacas graves são um exemplo e por isso é grande o avanço em tecnologias que além de monitorar, prevenir e salvar, poderá tornar menos degradante a vida dos pacientes.

Ao realizar a análise comparativa entre as empresas ficou difícil definir quem era o usuário final nesse tripé tecnologia – paciente – médico, todos têm muita importância no processo uma vez que todos são imprescindíveis em várias situações distintas ou não, por isso ainda não se pode aplicar o termo ubiquidade em seu significado mais amplo, no que tange à transparência da tecnologia. Ainda ficam muito evidentes os aspectos operacionais.

Chegou-se a conclusão que o processo é uma evolução no tratamento em relação aos seus antecessores principalmente no que abrange a melhoria da qualidade de vida do paciente, a tecnologia é de fundamental importância, se os dispositivos fossem a prova de falhas e o monitoramento mais transparente, o paciente nem notaria a existência do mesmo e de tudo mais que o cerca com relação ao processo, passaria despercebido depois de um certo tempo.

Foi notado também que quanto mais se aprofundava na análise, algumas questões importantes deviam ser observadas e levadas em consideração, tais como o lado humano do processo, as implicações sociais, éticas e muitas outras, por se tratar de

uma doença grave e com riscos, aonde o paciente é o ator principal e está debilitado não só fisicamente como emocionalmente.

Não foram observados, sob a ótica do paciente, problemas oriundos com a evolução do tratamento com monitoramento remoto, mas a tecnologia atual adotada ainda está longe de tornar transparente todo o processo. Sob a visão do médico, pode ser observada uma melhoria no controle, uma vez que tudo fica centralizado e pode ser analisado em qualquer parte do mundo, claro que levando em consideração a abrangência da tecnologia utilizada. Essa é uma das limitações, pois nos dois casos analisados, as tecnologias são e muito diferentes na forma de execução, apesar de ambas seguirem um mesmo protocolo de funcionamento. Seria interessante que fosse possível interagir em qualquer ambiente independente da tecnologia. Para isso seria de fundamental importância a evolução do conceito de cidade digital, o que faria com que estes dispositivos pudessem se comunicar com qualquer tipo de tecnologia, o que reduziria o custo e teria uma maior alcançabilidade.

Quanto às tecnologias adotadas, ambas são proprietárias, dependentes e sem contingenciamento o que pode aumentar os riscos, pois em ambos os casos podem ocorrer falhas. Se fosse possível se comunicar sem ter uma tecnologia específica tornaria mais transparente todo o processo.

Realmente é fato que todo o processo é atendido pelos requisitos da tecnologia, só estava sendo tratado o caso específico das arritmias cardíacas, mas se levarmos em consideração os avanços tecnológicos, muito mais informações poderiam ser disponibilizadas e com isso criar um perfil desse paciente e não somente no que diz respeito a sua saúde mas a qualquer questão como gostos e preferências. É claro que isso significa uma invasão de privacidade, mas com o que se consegue hoje com o monitoramento das atividades cerebrais é possível saber se ao entrar numa

loja este paciente/cliente se interessa por um determinado produto. Para poder armazenar todas essas informações e ter acesso rápido de resposta, parece que as tecnologias adotadas nessa abordagem não seriam as mais apropriadas. Por isso as redes Wimax ou LTE (que não foi abordada nesse objeto de pesquisa por se tratar de uma novidade tecnológica recente), poderiam ser adotadas num futuro muito próximo e isso não somente proporcionaria uma melhoria no processo como um todo, mais aumentaria em muito a abrangência e nos levaria para o que Weiser (1991) definiu como transparência tecnológica.

Como as cidades digitais começam a aparecer, pode ser que em breve possamos ver processos como os analisados dentro de um cenário futurístico sob nossa visão atual, que para muitos ainda é pura ficção. Hoje é possível tratar como uma realidade próxima, claro que questões sociais serão fundamentais para o desenvolvimento, pois tanta tecnologia surge para atender uma casta da população mundial e por isso não é possível vislumbrar ubiquidade nesse mundo que aí está. No entanto, se conseguirmos desenvolver uma grande teia de redes sem fio de cobertura global será dado um grande passo para que o objetivo de Wieser seja alcançado.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(ABOWD, 1999a) Abowd, G. "Software Engineering Issues for Ubiquitous Computing". In Proceedings of the International Conference on Software Engineering, pp 75-83, 1999.

ABOWD, G. D., MYNATT, E. D., RODDEN, T. The Human Experience. In: Pervasive Computing, 2002, v. 1, n. 1, pp. 48–57.

(ABOWD e MYNATT, 2000) Abowd, G. D. & Mynatt, E. D. "Charting past, present, and future research in ubiquitous computing". ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI), 7(1):29-58, 2000.

ARAÚJO, Regina Borges de. Computação Ubíqua: Princípios, Tecnologias e Desafios. Departamento de Computação - Universidade Federal de São Carlos. São Paulo. XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores

BIOTRONIK – site: <http://www.biotronik.com/pt/br/home>, visitado em 24/10/2008.

Chakraborty, D., Joshi, A., and amd T. Finin, Y. Y. (2006). Toward distributed service discovery in pervasive computing environments. IEEE Transactions on Mobile Computing.

DEY, A. K., ABOWD, G. D. Towards a Better Understanding of Context and Contextawareness. Gvu technical report GIT-GVU-99-22, College of Computing, Georgia Institute of Technology, 1999

FIRMINO, Rodrigo José. A simbiose do espaço: cidades virtuais, arquitetura recombinante e a atualização do espaço urbano. In. . LEMOS, André. (Org.) Cibercidade II: a cidade na sociedade da informação. Rio de Janeiro: E-papers. 2005. p. 307-335.

J. Heidemann, F. Silva, C. Intanagonwiwat, R. Govindan, D. Estrin e D. Ganesan, "Building efficient wireless sensor networks with low-level naming", In Proceedings of the Eighteenth ACM Symposium on Operating Systems Principles}, Banff, Alberta, Canada, ACM Press, 2001, pp 146-159.

Kakihara, M., e Sorensen, C. (2002). Mobility: an extended perspective. Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences (IEEE), Hilton Waikoloa Village, Hawaii, USA, 35.

Kindberg, T. e Fox, A. (2002). System software for ubiquitous computing. Pervasive Computing Magazine.

Lyytinen, K., e Yoo, Y. (2002). Research commentary: the next wave of nomadic computing. Information Systems Research, 13(4), 377-388.

Lyytinen e Yoo, (2001). The Next Wave of Nomadic Computing: A Research Agenda for Information Systems Research (www document).

URL:<http://weatherhead.cwru.edu/sprouts/2001/010301.pdf>

MEDTRONIC – site: <http://www.medtronicbrasil.com.br/BR/>, visitado em 24/10/2008.

Murphy, A., Picco, G., e Roman, G.-C. (2001). Lime: a middleware for physical and logical mobility. In Proceedings of the 21st International Conference in Distributed Computing Systems.

Norman, D.A. The Invisible Computer. MIT Press, 1998.

Relatório do seminário da SBC, Grandes desafios da pesquisa em computação no Brasil – 2006 -2016, 2006

RYAN, N. S., PASCOE, J., MORSE, D. R. Enhanced reality fieldwork: the context-aware archaeological assistant. In: Gaffney, V., van Leusen, M., and Exxon, S., editors, Computer Applications in Archaeology, British Archaeological Reports, Oxford. Tempus Reparatum, 1997

Saccol; Reinhard 2007(Amarolinda Zanela Saccol e Nicolau Reinhard, Tecnologias de Informações Móveis, Sem Fio e Ubíquas: Definições, Estado-da-arte e Oportunidades de Pesquisa, RAC, v.11. n. 4, Out/Dez. 2007:175-198

Soldatos, J., Pandis, I., Stamatis, K., Polymenakos, L., and Crowley, J. L. (2006). Agent based middleware infrastructure for autonomous context-aware ubiquitous computing services. Journal of Computer Communications.

Sorensen, C. (2003).

Research issues in mobile informatics: classical concerns, pragmatic issues and emerging discourses. Workshop on Ubiquitous Working Environment at Whitehead School of Management,Cleveland, Ohio, USA.

Sousa, J. P. and Garlan, D. (2002). Aura: An architectural framework for user mobility in ubiquitous computing environments. In Proceedings of 3rd IEEE/IFIP Conference on Software Architecture.

Starner, T. (1999). Wearable Computing and Context Awareness. Unpublished PhD thesis, MIT, Cambridge, MA.

Weiser, M. (1991) The computer for the 21th century. Mobile Computing and Communications Review, 3(3), 94–104.

Weiser, M. 1993. Some computer science issues in ubiquitous computing. Commun. ACM 36, 7 (July), 75–84.

(YAU et al., 2002) Yau, S., Karim, F., Y., W., Wang, B., and Gupta, S. (2002). Reconfigurable Context-Sensitive Middleware for Pervasive Computing. IEEE Pervasive Computing,