

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
ESPECIALIZAÇÃO EM TELEINFORMÁTICA E REDES DE COMPUTADORES**

OSCAR JOSÉ SZEREMETA

APLICAÇÕES E FUNCIONALIDADE DA COMPUTAÇÃO VESTÍVEL

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2013

OSCAR JOSÉ SZEREMETA

APLICAÇÕES E FUNCIONALIDADE DA COMPUTAÇÃO VESTÍVEL

Monografia apresentada ao Departamento Acadêmico de Eletrônica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Teleinformática e Redes de Computadores.

Orientador: Prof. Msc. Christian Carlos Souza Mendes

CURITIBA

2013



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia
Aplicações e Funcionalidade da Computação Vestível

por

Oscar José Szeremeta

Esta monografia foi apresentada às 18:00 do dia 26 de AGOSTO de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de ESPECIALISTA EM TELEINFORMÁTICA E REDES DE COMPUTADORES, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado com a nota OITO INTEIROS.


Prof. Christian Carlos Souza Mendes

(UTFPR)

Prof.

(UTFPR)

Visto da Coordenação



Prof. Dr. Walter Godoy Júnior
Coordenador do Curso

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela saúde e força recebida durante esta jornada. Ao meu pai (Oscar Almeida Szeremeta) e mãe (Gesse Szeremeta) que apesar de todas as dificuldades sempre se esforçaram ao máximo para me proporcionar uma excelente educação. Agradeço à minha esposa Caroline Kelly Tomiello Szeremeta, que sempre esteve ao meu lado, por seu carinho e seu incentivo aos meus estudos. Ao meu Professor orientador Christian Carlos Souza Mendes pela oportunidade, apoio e incentivo à pesquisa de projetos inovadores na área de computação móvel, além da paciência no auxílio para a concretização dessa obra. Por fim, agradeço ao meu irmão Bani Szeremeta por também ter me orientado quanto à revisão literária e quanto às normas para a realização desse trabalho.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo acerca de uma nova área de especialização da computação móvel conhecida como “Computação Vestível”. Essa tecnologia pode ser exemplificada como um dispositivo eletrônico preso ao corpo de um indivíduo através de um acessório, sensor ou roupa proporcionando maior liberdade aos movimentos e melhor facilidade na operação do dispositivo. Por exemplo, utilizando equipamentos acoplados ao corpo com a tecnologia sem fio permitem que o usuário fique com as mãos livres para outras atividades permitindo realizar outras tarefas simultaneamente. Está apresentado nesse trabalho um breve histórico sobre a “Computação Vestível”, suas aplicações, produtos e as novas tendências, além da demonstração técnica do funcionamento dessa tecnologia.

Palavras-chave: tecnologia sem fio, mobilidade, roupas.

ABSTRACT

This paper presents a study about a new area of expertise in mobile computing known as "Wearable Computing". This technology can be exemplified as an electronic device attached to the body of a person through an accessory, sensor or clothing providing greater freedom movements and improved ease of operation of the device. For example, using equipment attached to the body with wireless technology allows the user to have both hands free for other activities allowing other tasks simultaneously. Presented in this paper is a brief history of the "Wearable Computing", its applications, products and new trends, as well as technical demonstration of the operation of this technology.

Keywords: wireless technology, mobility, clothes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo OSI	19
Figura 2 - Steve Mann – Evolução da “Computação Vestível”	20
Figura 3 - Ábaco em anel.....	21
Figura 4 - Temporizador para burlar jogo de roleta embutido em sapato	23
Figura 5 - Webcam sem fio vestível	23
Figura 6 - Winnebikoll – “Computação Nomade”.....	24
Figura 7 - Computador de Pulso GNU LINUX	26
Figura 8 - Critérios utilizados no reconhecimento emocional por parte do computador.....	31
Figura 9 - Critérios para permitir aos computadores expressar emoções	33
Figura 10 - Affective Q Sensor	37
Figura 11 - CPRGlove	38
Figura 12 - SmashShirt.....	39
Figura 13 - Topologia SmashShirt.....	39
Figura 14 - Mobile LormGlove.....	40
Figura 15 - Revolution IQ HITS.....	43
Figura 16 - MOTOACTV.....	44
Figura 17 - Seil Bag	44
Figura 18 – Disney Magic Band	46
Figura 19 - HugShirt.....	47
Figura 20 - Embrace +	48
Figura 21 - EmoPulseSmile	49
Figura 22 - BioBody Game.....	50
Figura 23 - Wi-Fi T-Shirt.....	51
Figura 24 - Google Glass	52
Figura 25 - Arquitetura Básica.....	53
Figura 26 - Topologia.....	54
Figura 27 – Rede de Sensores	57

Figura 28 – Modelo em camadas inspirada no modelo TCP/IP	58
Figura 29 – Comparação entre as tecnologias – mW/kbps.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tipos de Sensores utilizados.....	56
----------------------------------------------	----

LISTA DE SIGLAS

ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações

BER - Bit Error Rate

Bps - Bits por segundo

CPR – Cardiopulmonary Resuscitation

CSMA/CA - Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance

DARPA - Defense Advanced Research Projects Agency

FCC - Federal Communications Commission

FDD - Frequency Division Duplex

GPS - Global Positioning System

GSM - Global System for Mobile Communication

HITS - Head Impact Telemetry System

IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers

IETF - Internet Engineering Task Force

ISO - International Organization for Standardization

ISSCC - International Solid-State Circuits Conference

ITU - International Telecommunication Union

ISWC – International Symposium on Wearable Computers

MIT - Massachusetts Institute of Technology

OSI - Open Systems Interconnection

PS - Personal Server

QoS - Quality of Service

RSSF - Redes de Sensores Sem Fios

TCP/IP - Transmission Control Protocol / Internet Protocol

TDMA - Time Division Multiple Access

UDP - User Datagram Protocol

UMTS- Universal Mobile Telecommunication System

UWB - Ultra Wideband

WECA - Wireless Ethernet Compatibility Alliance

WEP - Wired Equivalent Privacy

WBAN - Wireless Body Area Network

WI-FI - Wireless Fidelity

WLAN - Wireless Local Area Network

WMAN - Wireless Metropolitan Area Network

WPA - Wi-fi Protected Access

WPAN - Wireless Personal Area Network

WSN - Wireless Sensor Networks

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Considerações Iniciais	12
1.2 Justificativa.....	12
1.3 Objetivos.....	13
1.3.1 Objetivo Geral	13
1.3.2 Objetivos Específicos.....	13
1.4 Estrutura do Trabalho.....	14
1.5 Metodologia.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Conceitos Gerais.....	15
2.2 Histórico.....	19
2.3 Definindo Computação Vestível	27
2.4 Aplicações.....	34
2.4.1 Medicina.....	34
2.4.2 Esportes	40
2.4.3 Entretenimento e Utilitários	45
2.5 Funcionamento.....	52
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
REFERÊNCIAS.....	66

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

O elemento de análise deste trabalho consiste no estudo das aplicações existentes com o uso das tecnologias sem fio para o vestuário humano levando em consideração tanto os aspectos técnicos como as questões humanas envolvidas no tema.

1.2 Justificativa

Há algum tempo a tecnologia está cada vez mais onipresente em nosso cotidiano, sendo utilizada para as mais diversas finalidades, muitas vezes até mesmo de forma transparente, ou seja, sequer nos damos conta da sua existência. A crescente redução do tamanho físico e custo dos dispositivos eletrônicos, a interconexão de computadores em rede, o advento da Internet e a popularização dos aparelhos móveis pessoais trouxeram à tona a chamada interação homem-máquina (BOLZANI, 2004).

As últimas décadas nos trouxeram computadores mais potentes e cada vez menores, e atualmente carregamos dentro do bolso máquinas mais ágeis do que aquelas de alguns anos atrás. Essa evolução tecnológica nos permite hoje utilizarmos as “máquinas vestíveis” (COUTO, 2007).

Verificamos uma crescente busca pelo aprimoramento da performance humana, prezando para uma maior qualidade de vida. Na urgência de nos aprimorarmos por meio do uso de produtos da tecnociência, nosso corpo considerado como um objeto sempre disponível a reformas deve aumentar os seus níveis performáticos e

padrões de eficiências. Para vencer os perigos crescentes de tornar-se obsoleto, ultrapassado ou inadequado, o corpo deve ser continuamente turbinado para acompanhar a sofisticação das máquinas, atender às novas demandas de prazer e liberdade próprios da atualidade (COUTO, 2007).

Não sem razão, o saber científico frequentemente tem anunciado novidades acerca de diferentes tecnologias criadas para “turbinar” a máquina humana, ampliando-a, melhorando-a. É como se a seleção “natural” de Darwin ganhasse outros contornos e nós, à mercê das leis evolutivas, tivéssemos de nos readaptar, evitando, a todo custo, a obsolescência do nosso corpo. Na tentativa de postergar a morte e potencializar a vida, infinitas intervenções direcionam-se para a otimização da performance do corpo, muitas delas vinculadas ao desejo de limpá-lo, retirando-lhe os sinais do enfraquecimento e da decrepitude (LE BRETON, 2003).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Demonstrar algumas aplicações existentes do uso da tecnologia sem fio dentro da área denominada como “Computação Vestível”, além de apresentar o funcionamento padrão dessa tecnologia incorporada ao vestuário humano.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Apresentar as aplicações e os benefícios da tecnologia wireless integrada ao vestuário;
- Conhecer os desafios enfrentados na aplicação dessa

tecnologia;

- Expor estudos de caso, comerciais e acadêmicos, envolvendo o uso da tecnologia;
- Explicar o funcionamento base da tecnologia;
- Apresentar um breve histórico, as novas tendências e as futuras aplicações da “Computação Vestível”.

1.4 Estrutura do Trabalho

- Será apresentado inicialmente o conceito de alguns termos utilizados para uma melhor compreensão da revisão literária;
- Breve histórico da “Computação Vestível”, englobando sua trajetória e evolução;
- Na sequência citam-se algumas aplicações e produtos existentes;
- Apresentação do funcionamento da tecnologia;
- Por fim, são feitas considerações sobre o uso atual da tecnologia e seu futuro tanto no aspecto comercial quanto social.

1.5 Metodologia

Para o desenvolvimento desse trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os mais recentes trabalhos e artigos nas principais publicações das áreas que abordam a temática da “Computação Vestível”.

Foram pesquisadas diferentes fontes (artigos, teses, dissertações e livros), de modo a satisfazer os princípios básicos necessários para a realização da obra.

Os principais termos utilizados nos serviços de busca da internet para realização da pesquisa foram “Computação Vestível”, “Wearable Computing” e “rede de sensores sem fio”.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Conceitos Gerais

Wireless significa em português sem fio, refere-se a uma rede de dispositivos eletrônicos conectados sem a necessidade do uso de cabos, funciona por meio de equipamentos que usam radiofrequência, comunicação via ondas de rádio, ou comunicação via infravermelho (BRAIN, 2001).

Radiofrequência é a faixa de frequência que abrange aproximadamente de 3 kHz a 300 GHz e que corresponde a frequência das ondas de rádio. Uma onda de rádio é uma onda eletromagnética propagada por uma antena. As ondas de rádio têm diferentes frequências e, ao sintonizar um receptor de rádio em uma frequência específica, é possível captar um sinal. Nos Estados Unidos, a FCC é o órgão regulador da radiodifusão. O órgão equivalente no Brasil é a ANATEL (BRAIN, 2000).

WBAN é uma rede sem fio “corporal”, integrada por computador e acessórios wireless interligados “vestidos” pelo usuário (IEEE, 2011).

WPAN é uma rede sem fio pessoal integrada onde vários dispositivos, como celulares, estão conectados a uma rede sem fio disponibilizada em um alcance pequeno, normalmente alguns metros (IEEE, 2011).

Bluetooth é uma especificação industrial para áreas de redes pessoais sem fio. O Bluetooth provê uma maneira de conectar e trocar informações entre dispositivos como telefones celulares, notebooks, computadores, impressoras, câmeras digitais e consoles de videogames digitais através de uma frequência de rádio de curto alcance (HEIDI, 1999).

As redes sem fio, em sua maioria, são criptografadas através de uma senha, para permitir segurança aos usuários. Quando a criptografia é utilizada, cada dispositivo na rede sem fio deve conhecer a senha para decodificar as informações e usar a rede. Esse sistema impede pessoas indesejadas de acessar a rede sem fio. Os tipos mais comuns de criptografia são WEP e WPA (BRAIN, 2001).

Para reduzir custos, assegurar interoperabilidade e promover a ampla adoção de tecnologias sem fio, organizações como o IEEE, a IETF, a WECA e a ITU integram vários esforços de padronização (IEEE, 2013).

A IEEE colabora no incremento da prosperidade mundial, promovendo a engenharia de criação, desenvolvimento, integração, compartilhamento e o conhecimento aplicado no que se refere à ciência e tecnologias da eletricidade e da informação, em benefício da humanidade e da profissão (IEEE, 2013).

IEEE 802.11 é um padrão IEEE para conectividade sem fio. As redes sem fio, que também são conhecidas como redes WI-FI ou wireless, foram uma das grandes novidades tecnológicas dos últimos anos. Atualmente, é o padrão em conectividade sem fio para redes locais (IEEE, 2013).

Protocolo em redes de computadores é o conjunto de regras sobre o modo como se dará a comunicação entre as partes envolvidas,

ou seja, uma convenção que controla e possibilita uma conexão, comunicação, transferência de dados entre os dispositivos. Os protocolos podem ser implementados pelo hardware, software ou por uma combinação de ambos. No contexto da comunicação em rede de computadores, os protocolos são agrupados em pilhas onde as diferentes tarefas que realizam uma comunicação são executadas por níveis especializados da pilha (FRANKLIN, 2000).

Todas as redes de computadores têm como base algum tipo de padrão OSI. O modelo OSI, desenvolvido em 1984 pela ISO, permite a comunicação entre os dispositivos de diferentes fabricantes e define diretivas genéricas para a construção das redes independente da tecnologia utilizada. O modelo é um conjunto de sete camadas que define os diferentes estágios pelos quais os dados devem passar de um dispositivo para outro. Em cada nível, os dados são preparados para a camada seguinte. Pode-se dividir as sete camadas em dois conjuntos (Figura 1). Conjunto de aplicação (aplicação, apresentação e sessão) e conjunto de transporte (transporte, rede, enlace e física):

- Camada 7 de Aplicação: interage com o sistema operacional ou aplicativo sempre que o usuário escolhe transferir arquivos, ler mensagens ou realizar alguma atividade relacionada à rede. Realiza a interface entre o software e o usuário;
- Camada 6 de Apresentação: também chamada de camada de Tradução, converte o formato do dado recebido pela camada de Aplicação em um formato comum a ser usado na transmissão, ou seja, um formato que será entendido pelo protocolo usado;
- Camada 5 de Sessão: estabelece, mantém e finaliza a comunicação com o dispositivo receptor. Definindo como será realizada a transmissão dos dados, inserindo marcações nos dados que serão transmitidos. Caso ocorra algum erro nessa

sessão, os computadores reiniciam a transmissão dos dados a partir da última marcação recebida pelo computador receptor;

- Camada 4 de Transporte: mantém o controle do fluxo de dados, provê a verificação de erros e a recuperação de dados entre os dispositivos. Nessa camada os dados são enviados pela camada de Sessão e segmentados para que sejam enviados a camada de Rede, que por sua vez, transforma esses segmentos em pacotes. No receptor, a camada de Transporte realiza o processo inverso, ou seja, recebe os pacotes da camada de Rede e compacta os segmentos para enviar à camada de Sessão;
- Camada 3 de Rede: a maneira que os dados serão enviados para o dispositivo receptor é determinada nesta camada. Os protocolos lógicos, o roteamento e o endereçamento são manipulados nessa fase;
- Camada 2 de Enlace de Dados: detecta e corrige erros que possam ocorrer no nível físico. É responsável por controlar o fluxo (recepção, delimitação e transmissão dos quadros) e também estabelece um protocolo de comunicação entre os sistemas diretamente conectados;
- Camada 1 Física: define as características físicas e elétricas da rede, como as conexões e níveis de tensão.

(TYSON, 2008)

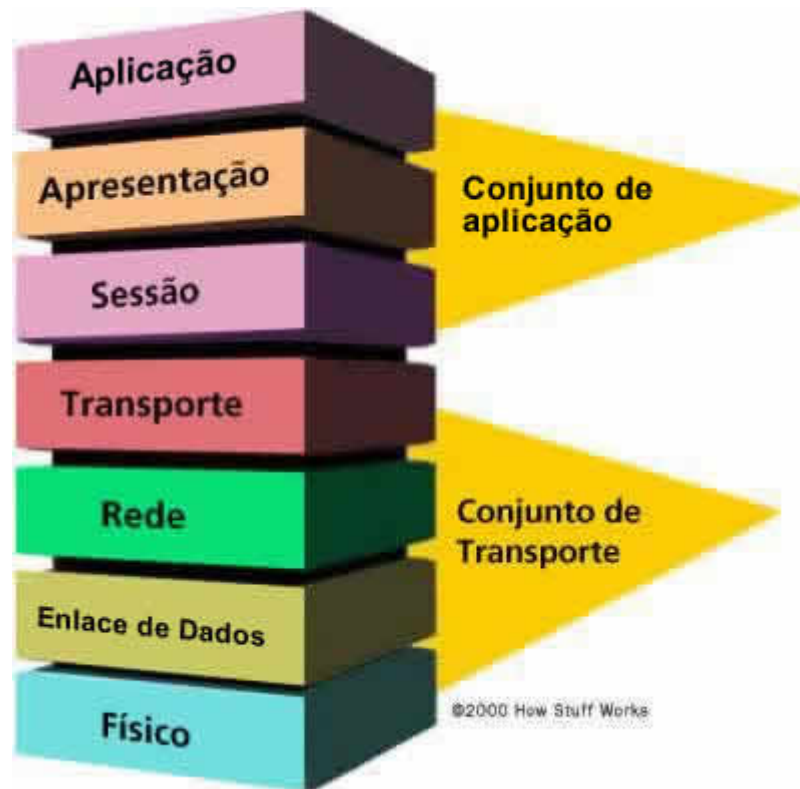


Figura 1 - Modelo OSI

(<http://informatica.hsw.uol.com.br/interconexao-de-sistemas-abertos-osi1.htm> - acessado em 20/07/2013)

2.2 Histórico

O primeiro ábaco em um colar, um anel de ábaco do século 16, o primeiro relógio de pulso feito por Breguet para a Rainha de Nápoles, em 1810, ou os dispositivos de temporização secretas escondidas em sapatos para enganar a roleta por Thorp e Shannon na década de 1960 e 1970, são as premissas para o surgimento do que hoje chamados de “Computação Vestível” (THORP, 1998).

Um fato também importante para o desenvolvimento da “Computação Vestível” foi a publicação da história “Cyborgs and Space”, de autoria de Manfred Clynes e coautoria de Nathan Kline, na revista *Astronautics*. Nessa história, usou-se a palavra Cyborg para descrever um humano que têm aumentadas as suas capacidades por meio de

anexos tecnológicos, enfatizando como dispositivos, talvez não ligados ao organismo, mas vestidos por ele (THORP, 1998).

Considera-se mundialmente que o computador vestível foi “inventado” pelo professor de Engenharia Elétrica da Universidade de Toronto, chamado Steve Mann, no final de 1970. Steve Mann é conhecido também como o pai da “Computação Vestível”. A Figura 2 ilustra Steve Mann com algumas das suas invenções e como ele imaginava a evolução da tecnologia nesse ramo (WATIER, 2003).

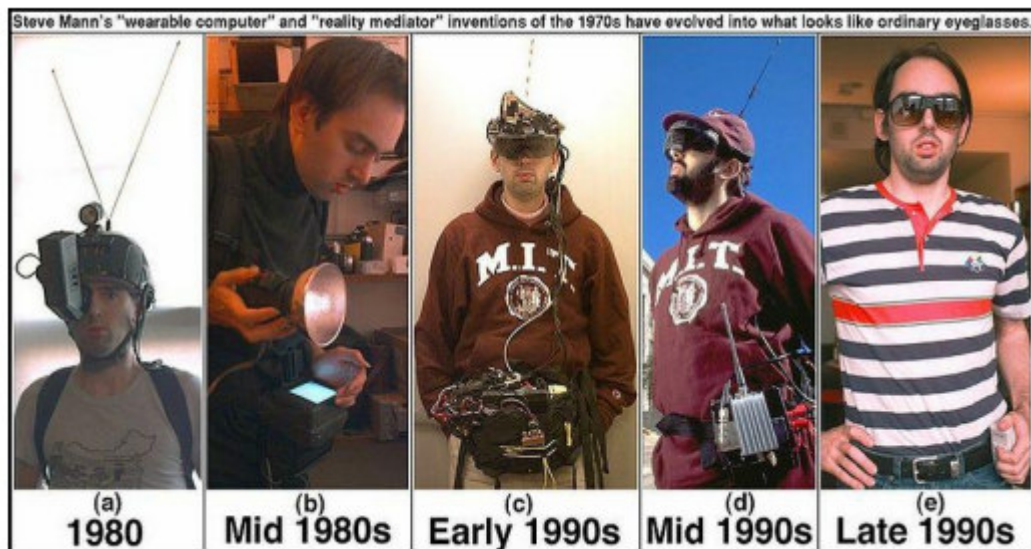


Figura 2 - Steve Mann – Evolução da “Computação Vestível”

(<http://wearcam.org/steve5.htm> - acessado em 14/05/2013)

Abaixo cronologia da “Computação Vestível”, além de invenções baseadas em “roupas inteligentes” antes mesmo da computação:

- 1600: A Dinastia Qing viu a introdução de um ábaco totalmente funcional em um anel (Figura 3). Se interpretarmos a expressão "Computação Vestível" separadamente, este anel pode ser considerado o primeiro computador vestível, uma vez que é um "computador" e é também vestível. No entanto, um computador com uma única tarefa não é tipicamente o

que entendemos por computador, no sentido real da palavra, em que esperamos de um computador para ser um dispositivo de uso geral que pode executar uma variedade de aplicações definidas pelo usuário, não apenas uma calculadora. (MANN, 2012);



Figura 3 - Ábaco em anel

(<http://www.interaction-design.org> – acessado em 15/05/2013)

- 1810: O primeiro relógio “vestível” foi feito pelo relojoeiro Breguet para a Rainha de Nápoles, em 1810 (FRIEDBERG, 2000). Era um pequeno relógio de bolso. Novamente, um relógio de bolso é um “computador” vestível no sentido de que ele pode ser usado, e que também calcula o tempo. Mas não é um computador de uso geral, no sentido da palavra (MANN, 2012);
- 1880: Para o uso militar relógios de pulso feitos para a Marinha Imperial alemã após um oficial de artilharia reclamar que não era conveniente usar as duas mãos para operar um relógio de bolso enquanto cronometrava seus bombardeios. O oficial havia amarrado um relógio de bolso para o pulso e seus superiores gostaram da solução e, assim, iniciou a produção de pequenos relógios de bolso ligados a pulseiras de pulso (FRIEDBERG, 2000);

- 1960 a 1980: Em 1961 os matemáticos Edward O. Thorp, e Claude Shannon construíram alguns dispositivos de temporização computadorizados para ajudá-los a ultrapassar no jogo de roleta. Um cronômetro ficava escondido em um sapato (Figura 4), outro em um maço de cigarros. Thorp, inventor da Teoria da contagem de cartas, do blackjack e Claude Shannon, pai da Teoria da Informação, construíram um dispositivo de sincronismo computadorizado. O sistema consistia em um porta cigarros com quatro botões. Utilizava um leitor de dados para obter a velocidade da roleta, que eram processados para o cálculo do posicionamento e tons musicais eram transmitidos via rádio ao aparelho no ouvido do apostador. Foi testado em Las Vegas com sucesso, e publicado em 1969, mas não utilizado devido aos problemas com fios. Várias versões deste aparelho foram construídos na década de 1960 e 1970. Embora o dispositivo utilizava um microprocessador 6502 (o mesmo microprocessador usado em muitos computadores antigos), não era um "computador" de uso geral, no sentido real da palavra, ou seja, o usuário não poderia usá-lo para várias tarefas. Sua função limitou-se a medição especializada de tempo, especificamente, a ultrapassar num jogo de roleta (MANN, 2012). Edward Thorp refere a si mesmo como o inventor do primeiro "computador vestível" (QUINCY, 1998). Em 1967, Hubert Upton desenvolveu um "computador" vestível analógico para ajudar na leitura labial. Extremamente útil para surdos, o sistema determinava o tipo de fonema da pessoa que estava falando e acendia o LED correspondente num display fixado à frente de óculos comuns (MANN, 1997). Em 1977, a empresa HP (Hewlett-Packard) criou o relógio calculadora (HP JOURNAL, 1977);

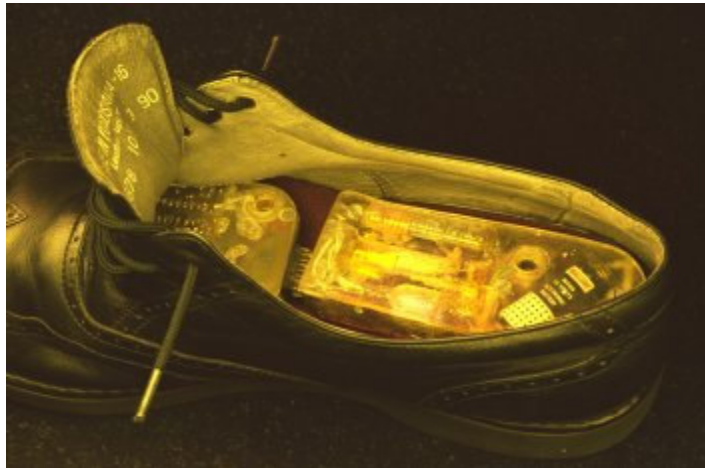


Figura 4 - Temporizador para burlar jogo de roleta embutido em sapato

(www.interaction-design.org - acessado em 15/05/2013)

- 1980 a 1990: A década de 1980 presenciou o surgimento dos computadores vestíveis mais de uso geral que se encaixam na definição real de um computador, sendo reprogramável pelo usuário. Em 1981, Steve Mann projetou e construiu uma mochila: computador portátil multimídia com texto, gráficos e capacidades multimídia, bem como capacidade de vídeo (câmeras fotográficas e outros sistemas). Mann passou a ser um pesquisador pioneiro e ativo no campo da “Computação Vestível”, especialmente conhecido por sua criação de 1994, a Webcam sem fio vestível, como mostrado na Figura 5 (MANN, 1997);

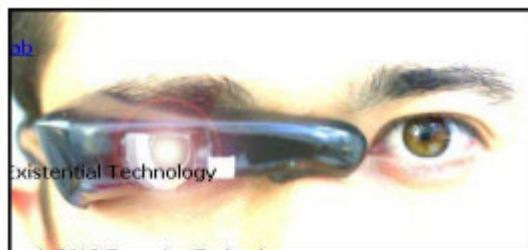


Figura 5 - Webcam sem fio vestível

(www.interaction-design.org - acessado em 15/05/2013)

Steven K.Roberts em 1988 projetou e construiu o Winnebiko-II (Figura 6), uma bicicleta eclinada com computador de bordo. Roberts se refere aos seus esforços como nomades, que ele definiu como "computação nômade". Por exemplo, ele podia digitar enquanto andava de bicicleta (ROBERTS, 1988).



Figura 6 - Winnebikoll – “Computação Nomade”

(www.interaction-design.org - acessado em 18/05/2013)

- 1994: Steve Mann obteve streaming de vídeo ao vivo de seu computador vestível para a Internet, de forma que os espectadores do seu web site pudessem ver o que ele estava vendo, bem como anotar o que ele estava vendo (ou seja, "rabiscar em sua retina", de modo a interagir com os espectadores). Este "Webcam sem fio Wearable" foi a primeira concretização de webcasting ao vivo a partir de um dispositivo sem fio (MANN, 1997). Também em 1994, Edgar Matias e Mike Ruicci da Universidade de Toronto,

estreadam um "computador de pulso". O sistema foi construído a partir de um computador HP palmtop 95LX modificado e um Half-QWERTY teclado de uma só mão. Com o teclado e os módulos de visualização amarrados ao antebraço do operador, o texto pode ser inserido, trazendo os pulsos juntos e digitação. A mesma tecnologia foi utilizada por pesquisadores da IBM para criar o miniteclado que podia ser utilizado em um cinto (MACKENZIE, 1996);

- 1996: DARPA – patrocina o workshop “Wearables in 2005” (MANN, 2012);
- 1998: Steve Mann fez um protótipo funcional de um computador de pulso funcionando com o sistema operacional GNU/Linux (Figura 7). O relógio de pulso incluía a capacidade de vídeo-conferência e foi demonstrado na conferência ISSCC 2000, em fevereiro. Em julho de 2000, o relógio de pulso Linux de Mann foi destaque na capa da Linux Journal, edição 75, junto com um artigo a seu respeito e ao futuro da Computação Vestível (MANN, 2012);



Figura 7 - Computador de Pulso GNU LINUX

(www.interaction-design.org - acessado em 18/05/2013)

- 2002: Cientista inglês Kevin Warwick (Professor de Cibernética na University of Reading – Londres), onde pesquisa Inteligência Artificial, controle, robótica e engenharia biomédica, em seu Projeto Cyborg implantou um chip no braço, pelo qual pode receber e transmitir sinais elétricos com simples gestos dos dedos e da palma da mão. Também como parte deste projeto, sua esposa Irena utilizou um colar ligado eletronicamente ao sistema nervoso, através de eletrodos, que mudava de cores, entre vermelho e azul, conforme mudança nos sinais do sistema nervoso (WARWICK, 2002);
- 2010: Movimentos para normatização de Tecnologias de Rede sem fio com o IEEE, IETF e grupos de indústrias, como por exemplo o Bluetooth (IEEE 802.15.1) e nova classificação de projetos de interfaces e redes sem fio sob a WPAN e a WBAN (IEEE, 2013).

A partir de 2000 com o avanço tecnológico e com a

miniaturização dos componentes eletrônicos proporcionaram para que fossem projetados e comercializados inúmeros produtos na área da “Computação Vestível”, que serão citados, assim como apresentado sua funcionalidade, nos próximos capítulos desse trabalho.

2.3 Definindo Computação Vestível

“Computação Vestível” (do inglês, “Wearable Computing”) expressão cunhada pelo pesquisador Steve Mann, precursor e incentivador desta tecnologia, para caracterizar os dispositivos computacionais portáteis, nada mais é que um computador que está acoplado no espaço pessoal do usuário, controlado pelo usuário, e possui constância de operação e interação, ou seja, está sempre ligado e sempre acessível. Mais notavelmente, ele é um dispositivo que está sempre com o usuário, e permite que o usuário digite comandos ou os execute, enquanto anda ou faz outras atividades (MANN, 2012).

Uma das principais características de um computador vestível, portanto, é a sua constância operacional. Para que ele seja eficiente, o usuário não deve ter que se preocupar com o ato de ligá-lo, ele deve estar sempre em modo stand by, simplesmente esperado para entrar em ação (MANN, 1997).

O computador de vestir é mais que um relógio de pulso ou um óculos de grau comum. O computador vestível tem as funcionalidades completas de um sistema de computador, mas, além de ser um computador com todas as características, está também entrelaçado com um dispositivo para vestir. Isso é o que distancia o computador de vestir dos outros aparatos “vestíveis” como relógios de pulso e rádios portáteis. Ao contrário desses outros aparatos de vestir, que não são programáveis (reconfiguráveis), o computador de vestir é tão configurável quanto um computador desktop comum ou um mainframe

(MANN, 2012).

Steve Mann propõe uma definição formal em termos de três modos básicos de interação homem-máquina e seis atributos fundamentais da máquina para que haja uma sinergia humano-máquina. Abaixo segue resumidamente esses três modos básicos e os seis atributos necessários para que um aparato eletrônico seja considerado um computador vestível (MANN, 1997).

Modos básicos de interação máquina-homem:

- Constância: o computador deve estar sempre pronto para interagir com o usuário. Diferentemente de um telefone celular ou notebook que precisa ser ligado para ser utilizado;
- Acréscimo: o computador deve servir para aumentar o intelecto ou os sentidos do usuário. Diferentemente de um computador tradicional que se baseia no conceito de que sua utilização é a tarefa primária;
- Mediação: o computador precisa se acoplar ao usuário. Diferentemente dos dispositivos portáteis mais comuns, porém não é necessário que nos cubra por completo. A máquina pode estar inclusive dentro da nossa pele.

Atributos fundamentais da máquina para que haja uma sinergia humano máquina:

- Não monopolizadora: não monopolizar a atenção do usuário, deixando-o livre para se concentrar em outras tarefas;
- Não restritiva: permitir que o usuário realize outras atividades simultaneamente. Além é claro da mobilidade que uma condição inerente de qualquer roupa, a

“Computação Vestível” precisa ser versátil o bastante para permitir que o usuário veja seus emails enquanto corre no parque, por exemplo;

- Observável: possibilitar que o usuário veja outros processos a qualquer tempo, ou seja, o dispositivo funcionando mesmo sem a atenção dele. O sistema deve continuar funcionando normalmente quando o usuário desejar voltar sua atenção a alguma coisa na rua, por exemplo;
- Controlável: possibilitar o controle pelo usuário a qualquer tempo;
- Atenta ao ambiente: permitir ao usuário uma maior sensibilização e conhecimento do que o cerca;
- Comunicativa: permitir que o usuário se comunique com outros quando ele desejar. A “Computação Vestível” deve ampliar a capacidade comunicacional do usuário, e não restringi-la.

Ainda de acordo com Steve Mann (MANN, 2012), tais atributos implicam que o computador vestível seja:

- Constante: sempre pronto e disponível. Modo standby é permitido, porém nunca pode ficar desligado;
- Pessoal: homem e máquina interconectados.
- Protético: pode adaptá-lo a agir como extensão verdadeira do corpo e da mente, podendo esquecer que está vestindo;
- Afirmativo: pode transpor a proibição de entrada de dispositivos eletrônicos em um ambiente, uma vez que o usuário está vestindo o computador;

- Privado: outros não podem observar ou controlar o dispositivo nem determinar seu status, a menos que o usuário assim permita.

Para que os computadores em geral possam ser considerados “inteligentes”, a fim de se adaptarem aos usuários, para que naturalmente possa interagir, estejam dotados da capacidade de reconhecerem e expressarem emoções, possuírem emoções, e possuírem o que normalmente se denomina de “inteligência emocional”, nesse âmbito surgiu o conceito “Computação Afetiva” (PICARD, 1997).

“Computação Afetiva” (do inglês, *Affective Computing*) é uma expressão cunhada pela engenheira Rosalind W. Picard (atualmente diretora do MIT) para uma evolução de computação tradicional (lógica), relacionando, surgindo ou deliberadamente influenciando emoções (PICARD, 1997).

Para os computadores reconhecerem as emoções é necessário equipá-los com periféricos extras que lhes traduzam o nosso mundo, por exemplo, terão de possuir interfaces de entrada e saída, com o objetivo de simular a visão, audição e se possível outros, tais como a leitura por infravermelhos da temperatura, medição das respostas eletrotérmicas, medição do ritmo cardíaco, entre outros, a fim de reconhecer as emoções e inferir o estado emocional do usuário. Mediante os valores aferidos poderão reagir adequadamente, procurando uma resposta adaptativa e inteligente na interação com o usuário (PICARD, 1997).

Sobre esses computadores afetivos, capazes de reconhecer e expressar emoções Picard explica que há requisitos de desenvolvimento específicos para cada uma destas capacidades. Assim para que uma máquina possa reconhecer emoções são necessários alguns critérios, assim ilustrados na Figura 8 (PICARD, 1997):

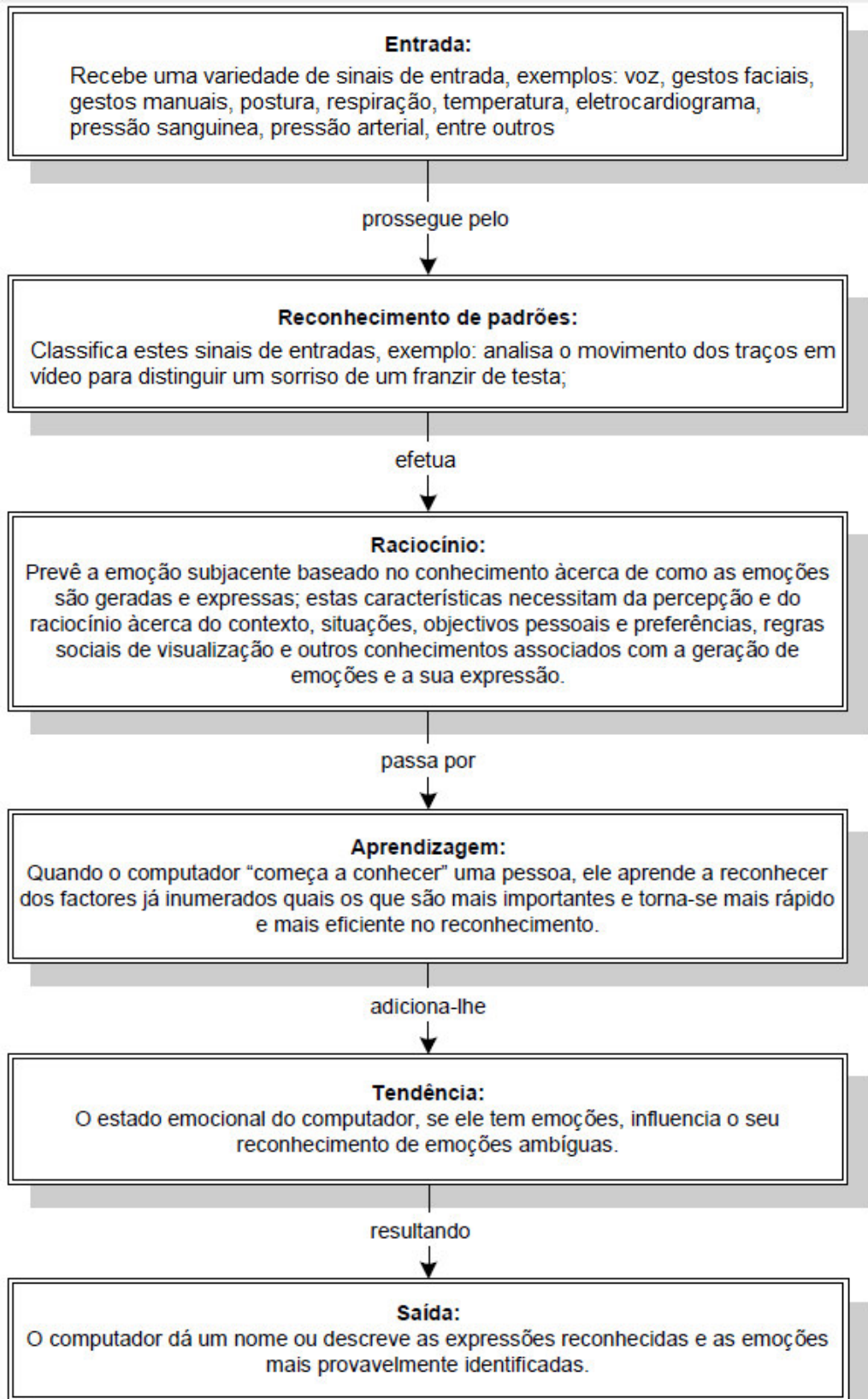


Figura 8 - Critérios utilizados no reconhecimento emocional por parte do computador

(PICARD, 1997)

Também se utilizam critérios para permitir aos computadores expressar emoções estabelecendo interfaces empáticas e relacionamentos de grande inteligência emocional, assim mostrados na Figura 9 (PICARD, 1997):

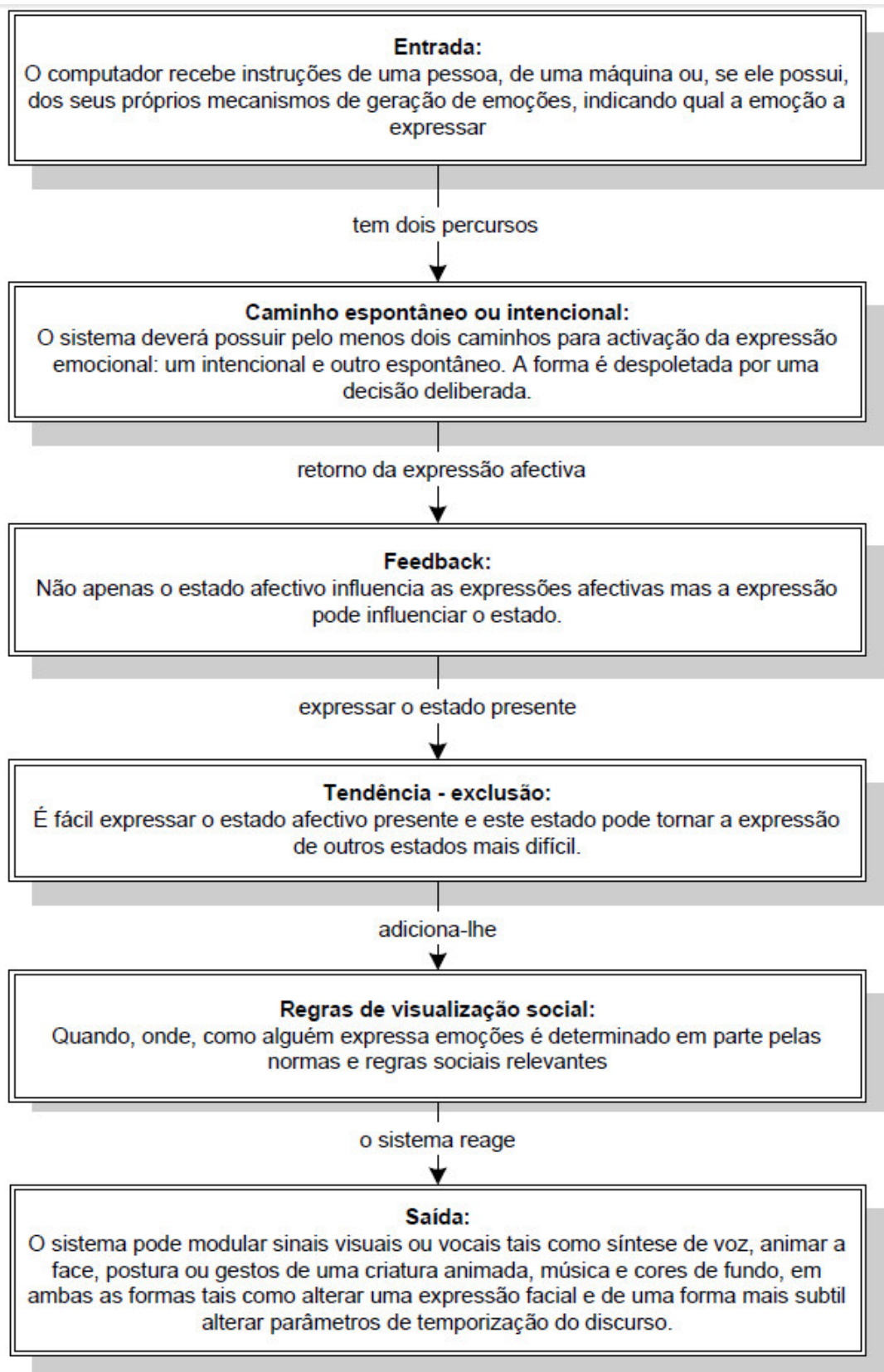


Figura 9 - Critérios para permitir aos computadores expressar emoções

(PICARD,1997)

Dessa forma, a “Computação Vestível Afetiva” é aquela cujos dispositivos computacionais combinam ao mesmo tempo as características essenciais e fundamentais da “Computação Vestível” e da “Computação Afetiva”, de modo que uma estenda e amplie as capacidades da outra, ampliando também as capacidades humanas daqueles que os utilizam (PICARD, 1997).

Picard sugere que as aplicações afetivas podem ser utilizadas nas mais diversas áreas, como entretenimento, aprendizagem, desenvolvimento social, medicina preventiva, entre outras. (PICARD, 1997).

2.4 Aplicações

Nesse capítulo será abordado alguns produtos interessantes da “Computação Vestível” aplicados nas áreas esportivas, medicina e entretenimento.

Steve Mann colaborou muito em pesquisa e desenvolvimento tecnológico de aplicações que integram computadores e roupas. Seus trabalhos avançaram além dos protótipos. Apoiando-se nos projetos de Steve Mann, percebemos que estar sempre pronto para o usuário, vai muito além de simplesmente estar sempre ligado. A aplicação em questão precisa estar preparada para a vida cotidiana do usuário e o designer responsável pela sua criação deverá ter sempre em mente o tipo de impacto que esse tipo de aplicação terá na vida do usuário (MANN, 1997).

2.4.1 Medicina

Uma área promissora onde a “Computação Vestível” pode ser

aplicada com grande êxito é a área da saúde e da medicina preventiva (PICARD, 1997).

Saúde eletrônica é o termo utilizado para referenciar qualquer troca de informações relacionadas à saúde coletadas ou analisadas através de uma conexão eletrônica com o intuito de melhorar a eficiência dos processos de prestação de cuidados de saúde (HARRISON, 2007).

Ainda segundo Harrison (2007), os objetivos da saúde eletrônica podem ser resumidos da seguinte forma:

- Aumento da eficiência nos tratamento de saúde;
- Aumento da qualidade dos cuidados;
- Maior comprometimento com a medicina baseada em evidências, já que, em teoria, não existem mais restrições de acesso às informações;
- Desenvolvimento de novas relações entre pacientes e profissionais da saúde;
- Aumento da capacitação de pacientes e consumidores, já que, em teoria, não existem mais restrições de acesso às informações também por parte destes.

Podemos considerar a roupa dos astronautas como um das primeiras aplicações da “Computação Vestível” voltada para a área da saúde. Os sinais vitais dos astronautas eram monitorados através da transmissão dos parâmetros fisiológicos para os médicos que estavam em terra (STOKOWSKI, 2008).

A saúde eletrônica tem o potencial de se tornar o salvador dos sistemas de saúde mundo afora. Uma premissa básica dessa tecnologia é que a geografia não é mais uma barreira para o tratamento de saúde já que pacientes podem receber tratamento quando e onde eles precisarem. Isso significa que milhares de dólares podem ser

economizados todo ano em transporte de pacientes não ambulatoriais para clínicas e consultórios médicos para atendimentos de rotina, por exemplo (STOKOWSKI, 2008).

A comunicação sem fio é a chave tecnológica para aumentar a mobilidade e a flexibilidade do serviço para diferentes aplicações de saúde eletrônica dentre elas o monitoramento remoto de pacientes (PHUNCHONGHARN, 2010).

Dispositivos sem fio e redes móveis permitem que os profissionais da área médica trabalhem com as mãos livres enquanto se comunicam com outros colegas em um hospital. Por outro lado, sensores acoplados juntos ao corpo permitem aos usuários das aplicações de saúde eletrônica ter flexibilidade e mobilidade, tornando possível que os pacientes sejam monitorados em lugares e horários arbitrários (BOUKERCHE, 2010).

Os dispositivos vestíveis podem funcionar como "enfermeiros eletrônicos" ou como acompanhantes de pacientes que vivem sozinhos. Funcionando como um acompanhante que pode informar ao médico ou a um familiar, por exemplo, se seu corpo está manifestando algo imperceptível a olho nu, como os sintomas que precedem um derrame ou a um enfarto (AMADEU, 2004).

Um dos grandes benefícios é poder prevenir enfermidades mesmo que pacientes não estejam em hospitais ou centros de enfermagens e ainda oferecer aos pacientes o máximo de liberdade enquanto continuam sob supervisão médica (BOUKERCHE, 2010).

Um típico cenário de aplicação da "Computação Vestível", envolve a captação de sinais vitais de forma contínua (como, por exemplo, pressão sanguínea e taxa de glicose) utilizando, para isso, sensores incorporados ao corpo do paciente e a transmissão destes

sinais para um local remoto onde são analisados e armazenados (FENG, 2010).

Um exemplo de aplicação interessante é o produto Affectiva Q Sensor (Figura 10) da empresa Affectiva que é uma pulseira capaz de medir os estímulos emocionais, além da temperatura e os movimentos do usuário, através da condutividade elétrica da pele, de modo a identificar seus estados de excitação, atenção, ansiedade, tédio e relaxamento. A QSensor 2.0 possui conexão Bluetooth, permitindo que o sensor transmita o humor do usuário através da internet, podendo o usuário optar a compartilhar até mesmo nas redes sociais, além de por exemplo transmitir os dados coletados para o smartphone de um médico (EDWARDS, 2011).



Figura 10 - Affectiva Q Sensor

(<http://www.qsensortech.com/> - acessado em 07/06/2013)

O CPRGlove (Figura 11) é uma luva capaz de ajudar no salvamento de vidas, pois esse produto auxilia o usuário a realizar o procedimento correto da massagem cardíaca. CPR (Ressurreição Cardiopulmonar) embora seja um procedimento amplamente conhecido, na maioria das vezes não é corretamente realizado, deixando de salvar

muitas vidas. A CPRGlove ajuda o usuário a realizar o procedimento de maneira correta, pois na luva contém sensores que, durante a realização da CPR, coletam dados como ângulo, força e frequência das compressões da massagem cardíaca, além do posicionamento correto da mão. Mais tarde, os dados podem ser enviados via Bluetooth a um computador com software do produto para serem analisados (UMBEHR, 2007).



Figura 11 - CPRGlove

(<http://www.time.com/time/specials/2007/article/> - acessado em 07/06/2013)

SmashShirt (Figura 12) é uma camisa com sensores, sendo um aspecto inovador no foco direto na vestimenta de uso diário. O objetivo não é desenvolver um tecido especializado que só pode ser usado para um aplicativo, mas sim para produzir um sistema genérico que pode ser personalizado para diferentes aplicações, como reconhecimento de padrões ou reconhecimento de contexto. Uma metodologia, para a integração têxtil, usando compostos de silicone tornou a camisa confortável e flexível, que permite o registro de dados durante várias atividades (HARMS, 2008). Na Figura 13 é apresentada a topologia básica da comunicação entre os sensores e o servidor, sendo possível dessa forma o paciente ser monitorado pelo médico.



Figura 12 - SmashShirt

(<http://www.wearable.ethz.ch/research/groups/textiles> - acessado em 08/06/2013)

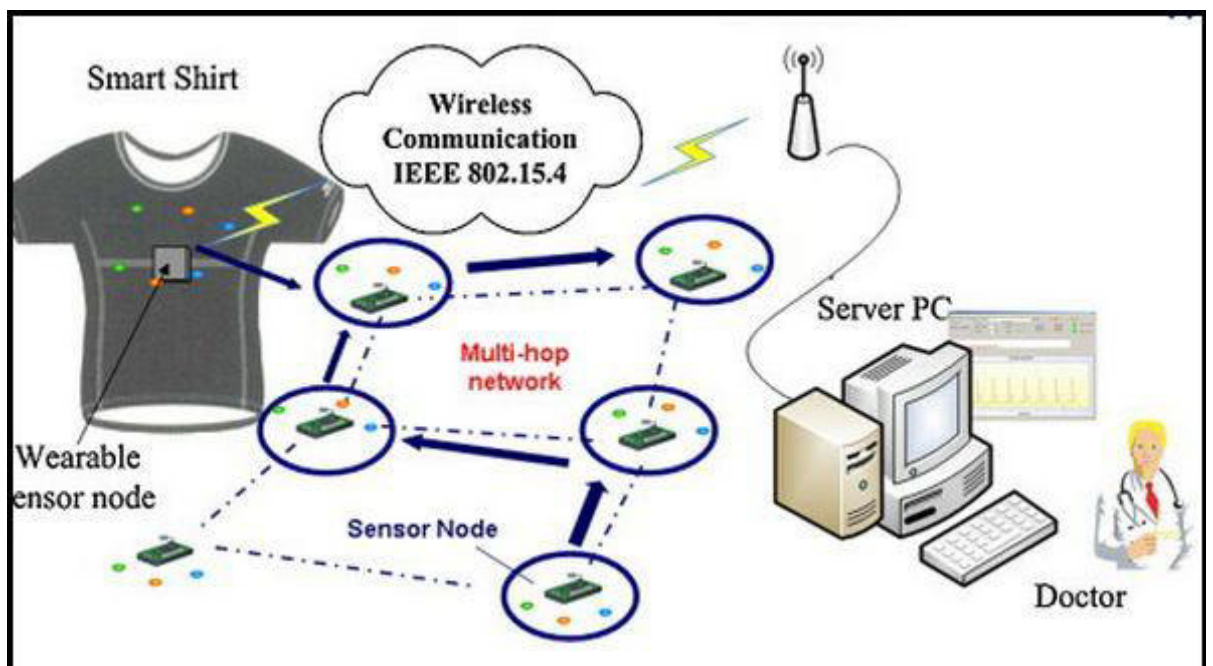


Figura 13 - Topologia SmashShirt

(<http://www.wearable.ethz.ch/research/groups/textiles> - acessado em 08/06/2013)

Mobile LormGlove (Figura 14) é uma luva baseada no alfabeto Lorm, utilizado em alguns países da Europa e nos Estados Unidos, no qual as pessoas tocam as palmas das mãos para pressionar pontos fixos que definem as letras do alfabeto. Assim, a Mobile LormGlove

permite que pessoas deficientes visuais ou auditivas possam acessar mais facilmente o mundo tecnológico dos “gadgets” digitais como correio eletrônico, ler e escrever mensagens e até acessar o conteúdo de livros eletrônicos em smartphones e tablets. O dispositivo, desenvolvido pelo Design ResearchLab da Universidade de Berlim, funciona através de sensores de pressão localizados na palma da luva. Os dados são transmitidos via Bluetooth da luva para o dispositivo portátil que se quer utilizar. Se o usuário receber uma mensagem, por exemplo, os motores vibratórios da parte posterior da luva emitirão um sinal (GOLLNER, 2012).



Figura 14 - Mobile LormGlove

(<http://www.sinbadesign.com/product-design/mobile-lorm-glove/> - acessado em 08/06/2013)

Outro dispositivo bastante interessante é o OVU. Um bracelete que informa se a mulher está no período fértil. O dispositivo possui um termômetro capaz de monitorar se a mulher está em período fértil. Caso esteja, dispara via Bluetooth um alerta para o celular dela e também para o do parceiro (NUNES, 2008).

2.4.2 Esportes

O desejo de melhorar o desempenho dos atletas para derrotar seus rivais é tão antiga quanto o esporte de competição em si. É fácil de ver que este objetivo pessoal de cada atleta se torna cada vez mais

difícil de alcançar hoje em dia, uma vez que os padrões aumentam constantemente. Conseqüentemente, há uma necessidade constante de métodos de treinamentos melhores e mais aprofundados. Treinadores não podem depender exclusivamente da sua experiência, mas precisam se atualizar com os mais recentes métodos de treinamentos e adaptá-los às necessidades individuais de cada atleta (RESKE, 2006).

Através da “Computação Vestível” os treinadores são capazes de analisar os movimentos do seu atleta ou até mesmo analisar padrões de um grupo de atletas simultaneamente. Diferentes tipos de sensores embutidos na roupa do atleta podem dar uma visão geral sobre todos os tipos de funções corporais mensuráveis (RESKE, 2006).

Mas não são apenas os atletas profissionais que estão interessados em melhorar de forma eficiente o seu desempenho. Para os atletas conhecidos como “atletas de fim de semana”, que praticam determinado esporte não para competição e sim por puro prazer, a melhoria do desempenho é muitas vezes a principal motivação para a prática de esportes (RESKE, 2006).

Já existe uma série de produtos no mercado que se enquadram na categoria de “Computação Vestível” que visam o objetivo de melhorar o desempenho esportivo. Os mais comuns são monitores de frequência cardíaca, na forma de uma tira de sensor que é usado ao redor da parte superior do tronco e sem fio conectado a um relógio. Outros componentes incluídos são pedômetros ou receptores GPS. Estes sistemas estão disponíveis em diferentes graus de sofisticação. A maioria destes sistemas pode ser usada em conjugação com um computador desktop para que as informações coletadas durante a atividade física possa ser analisada de uma forma mais eficiente. Esses produtos são amplamente utilizados entre os atletas amadores e profissionais (RESKE, 2006).

A maioria dos dispositivos usa algum tipo de sensor para detectar e medir o movimento humano. Os sensores mais comumente utilizados são giroscópios e acelerômetros, por vezes em conjunto com os métodos já utilizados na detecção de movimento e análise, como captura de movimento ou câmeras de alta velocidade. Os giroscópios são geralmente utilizados para medir ou manter a orientação, com base no princípio da conservação do momento angular. O componente básico é uma roda que gira sobre um eixo, que tende a resistir a alterações na sua orientação, devido ao movimento angular da roda giratória. Uma utilização comum de giroscópios é o horizonte artificial utilizado em aviões. Acelerômetros são sensores utilizados para medir a aceleração. Isto é feito através da medição da força de inércia de uma massa de prova. Um uso muito comum de acelerômetros são sistemas de implantação de airbags em veículos. Embora existam sensores giroscópios comercialmente disponíveis e acelerômetros que podem medir mudanças de orientação 3D (giroscópios) e aceleração 3D (acelerômetros), a maioria dos fabricantes dos produtos existente buscaram por construir seus próprios sensores giroscópios de medição 3D ou acelerômetros montando três sensores de eixo único em ângulos retos entre si para os seus sistemas de protótipo (RESKE, 2006).

Um exemplo de “Computação Vestível” bastante interessante que utiliza esses sensores é o Revolution IQ HITS (Figura 15), da empresa Ridell, que é um capacete de futebol americano equipado com a tecnologia Head Impact Telemetry System (HITS) que permite monitorar o número e a gravidade dos impactos sofridos pela cabeça dos jogadores. Seis acelerômetros instalados no interior do capacete armazenam informações sobre os últimos cem impactos que a cabeça do jogador levou. Tais dados dos impactos (localização, magnitude, hora, duração e direção), podem ser mais tarde transmitidos por conexão sem fio para um computador além de serem examinados. A análise também poderá sugerir que se procure um médico se for detectado um impacto suspeito. O objetivo é ajudar pais e profissionais

do esporte a evitar danos permanentes no cérebro dos jogadores (PATEL, 2007).



Figura 15 - Revolution IQ HITS

(<http://newlaunches.com/archives/> - acessado em 11/06/2013)

A Motorola Mobility lançou o MOTOACTV (Figura 16), primeiro dispositivo da empresa para fitness. Projetado para ajudar o atleta a atingir suas metas, o dispositivo permite sincronizar e gravar os dados do treino enquanto o usuário escuta música, com Bluetooth habilitado o MOTOACTV registra tempo, distância percorrida, calorias queimadas e tem um monitor de frequência cardíaca, acelerômetro e um GPS que registra o mapa das rotas. O produto é utilizado no pulso ou braço, como um relógio (Smart Watch), e é operado pelo usuário através do toque na tela (Touch Screen), tela essa que é a prova de suor, chuva e resistente a quedas, já que o atleta está sempre sujeito a riscos de sofrer eventuais quedas, além da tela se adaptar a iluminação interior e exterior (BRADFORD, 2011).



Figura 16 - MOTOACTV

(<http://uncrate.com/stuff/motorola-motoactv/>- acessado em 11/06/2013)

Outro produto bastante interessante e útil é o Seil Bag (Figura 17), desenvolvido pela sul-coreana Lee Myung Su, nada mais é que uma mochila com lâmpadas de LED e um controle sem fio (Bluetooth) que fica preso ao guidão da bicicleta do usuário. Com apenas um toque no controle a mochila sinaliza as intenções de direções do ciclista, colaborando dessa forma com a segurança do usuário e ajudando o trânsito a ficar mais organizado. Além de garantir mais segurança para o ciclista, a mochila ainda faz é claro sua função básica: guardar objetos (ALPEROVICH, 2011).



Figura 17 - Seil Bag

(<http://www.vitodibari.com/en/south-korean-lee-myung-su-design-lab-introduces-seil-bag-safe-interactive-cycling.html> - acessado em 20/07/2013)

2.4.3 Entretenimento e Utilitários

A Walt Disney Parks gigante do entretenimento é um exemplo de que as grandes corporações a cada ano estão investindo pesado em “Computação Vestível”. A Walt Disney realizou um investimento de 1 bilhão de dólares para que todos os seus visitantes utilizem a Disney MagicBand (Figura 18). A pulseira irá tomar o lugar dos ingressos para acesso aos parques temáticos, as chaves do quarto do hotel e até mesmo o lugar dos cartões de crédito. Além de renovar o sistema de controle e identificação de visitantes, permitirá agendar horários nos brinquedos mais disputados e será usada para pagar as refeições e os presentes de forma muito rápida, bastando apenas encostar a pulseira num sensor e a compra está feita. A MagicBand permitirá uma experiência mais personalizada nos parques temáticos da Disney, permitindo que os pais possam se organizar para que seu filho possa ser atendido pelo seu personagem favorito, em um tempo pré-estabelecido, além de facilitar a interação do personagem e a criança, pois o parque através dos dados cadastrais coletados na pulseira poderá conhecer a fundo seus visitantes. Nos restaurantes do parque os clientes podem online fazer as suas encomendas antecipadamente, de modo que quando chegar ao estabelecimento, a MagicBand vai alertar os chefs de cozinha para começar a preparar o pedido. Além disso, os pais poderão ficar mais tranquilos, pois seu filho poderá ser encontrado rapidamente em caso de desaparecimento. Para a Disney, o retorno do investimento não virá apenas de consumidores incentivados a gastar mais. Assim como ocorre nas redes sociais, os dados de consumo e o perfil desses visitantes vão ajudar a empresa a conhecer melhor os hábitos dos frequentadores dos parques (STAGGS, 2013).



Figura 18 – Disney Magic Band

(<http://wdworldnews.wordpress.com/tag/magic-band> - acesso em 28/06/13)

HugShirt (Figura 19) é uma camisa que permite com que as pessoas mandem abraços à distância. O produto foi inventado pela Francesca Rosella e Ryan Genz os co-fundadores da Cute Circuit. Incorporado com a camisa existem sensores que sentem a força do toque, o calor da pele e a taxa de batimentos cardíacos do remetente e atuadores que recriam a sensação de toque, o calor e a emoção do abraço à camisa do distante amado. A HugShirt foi premiada como uma das melhores invenções do ano pela Time Magazine. Todos os dados são transmitidos pelos sensores via Bluetooth para o smartphone que então fornece os dados do abraço para o telefone de seu amigo e é perfeitamente transmitida via Bluetooth para a camisa, tornando o envio de abraços tão fácil como enviar um SMS (ROSELLA, 2009).

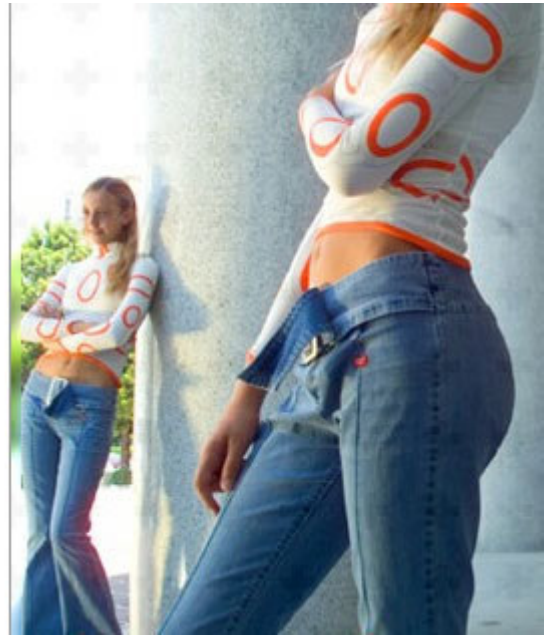


Figura 19 - HugShirt

(<http://www.asquare.org/networkresearch/2006/hug-shirt> - acessado em 30/06/13)

O Embrace+ (Figura 20), uma pulseira que alerta ao usuário sobre as notificações do seu smartphone através de uma combinação de estímulos visuais, mesmo que o dispositivo esteja dentro de uma bolsa ou bolso. A pulseira pode exibir notificações sobre ligações, nível da bateria, mensagens, email e atualizações sociais. O usuário pode configurar a cor que representa uma determinada notificação para facilitar a identificação (RUDY, 2013).



Figura 20 - Embrace +

(kickstarter.com/projects/embraceplus/embrace-a-smart-piece-of-wearable-technology - acessado 30/06/13)

Emo Pulse Smile (Figura 21) é um smartwatch. O bracelete com tela flexível ainda é um protótipo. Permite que o usuário tenha no pulso um dispositivo com todas as funções de um smartphone (ELLIS, 2013).



Figura 21 - EmoPulseSmile

(<http://www.emopulse.com/> - acessado 30/06/13)

O BioBody Game (Figura 22) obra da artista Rachel Zuanon e mais uma equipe de desenvolvedores. Rachel qualifica a peça como “Computação Vestível Afetiva Coevolutiva”. A roupa é utilizada por aficionados por videogames. Antes de o usuário começar a jogar, a roupa mapeia todo o estado emocional do jogador e transmite ao videogame todos os parâmetros monitorados naquele momento. O game passa a responder ao estado emocional do usuário e a roupa passa a externar as emoções no momento do jogo. Ela muda de cor, se ela fica azul, significa que o usuário está calmo e concentrado no jogo. Quando ela está verde, significa que ele está no padrão normal. Quando seu grau de ansiedade aumenta, a concentração diminui e o oxigênio funcional também diminui, a roupa fica amarela. A roupa inicia uma leve vibração nas costas do usuário, para que ele relaxe. Se o jogador extrapolar o limite da tensão, a roupa fica vermelha em sinal de alerta. Para que ele se controle, recupere a concentração e assim melhorar sua jogabilidade (ZUANON, 2013).



Figura 22 - BioBody Game

(<http://revistagalileu.globo.com>- acessado 30/06/13)

A WI-FI T-Shirt (Figura 23), criado pela ThinkGeek, é capaz de detectar sinais de rede 802.11b e 802.11g, além de mostrar de tempos em tempos a força do sinal no local, ao longo do caminho percorrido pelo usuário. As barras brilhantes na frente da camiseta mudam dinamicamente, de acordo com a flutuação da intensidade do sinal WI-FI captado ao redor de onde o usuário estiver. O acessório de detecção WI-FI pode ser removido para lavagem e a bateria fica em um compartimento costurado na camisa (ThinkGeek, 2007).



Figura 23 - Wi-Fi T-Shirt

(<http://www.thinkgeek.com/product/991e/action/211dd10/> - acessado em 30/06/13)

O Google Glass (Figura 24) tem tudo para popularizar a tecnologia da “Computação Vestível”. Acessório em forma de óculos conectado à Internet que possibilita a interação do usuário com diversos conteúdos em realidade aumentada, está previsto para ser comercializado ainda nesse ano de 2013 (AMBER, 2013). Também chamado de Project Glass, o dispositivo é capaz de tirar fotos a partir de comandos de voz, enviar mensagens instantâneas, realizar videoconferências, consultar mapas, visualizar vídeos e notícias (ANTE, 2012). O produto da Google está entre os dispositivos de tecnologia mais comentados dos últimos tempos. Ao colocar uma lente que apresenta uma pequena tela logo à frente de um dos olhos, o dispositivo procura facilitar o acesso a informações on-line. O visual do óculos é sofisticado, futurista e o mais importante não ocupa todo o campo de visão do usuário, além de possuir uma tecnologia de foco que permite ao usuário ler seu conteúdo sem a necessidade de mudar seu foco de visão (AMBER, 2013). Com o Google Glass é possível conviver em dois mundos, o real e o virtual, ao mesmo tempo e sem a necessidade de nada além de um comando de voz ou um toque na haste lateral direita dos óculos sem desviar a atenção do que está ao seu redor (CASADIO, 2013). O dispositivo recebe os dados através de Wi-Fi ou via Bluetooth,

a partir de um dispositivo Android ou iPhone, e também permite usar 3G ou 4G em ambientes externos (TOPOLSKY, 2013). Outras características mencionadas são a presença de giroscópio e acelerômetro, scanner a laser da retina e distribuição de peso predeterminado que ajuda a manter o óculos confortável no rosto dos usuários (FRAGA, 2013). Prova que o produto tem tudo para emplacar é de que a Google contratou Steve Mann, considerado pai da “Computação Vestível”, para trabalhar diretamente no projeto (ANTE, 2012).



Figura 24 - Google Glass

(http://www.record.xl.pt/multimedia/infografias/interior.aspx?content_id=816482 – acessado em 03/07/13)

2.5 Funcionamento

A arquitetura de um projeto de “Computação Vestível” (Figura 25)

é composta basicamente por um computador portátil (Main Unit – Unidade Principal), interface de entrada e saída, fonte de energia ou bateria, unidade de armazenamento, memória e conexão de rede sem fio (YUANFANG, 2000).

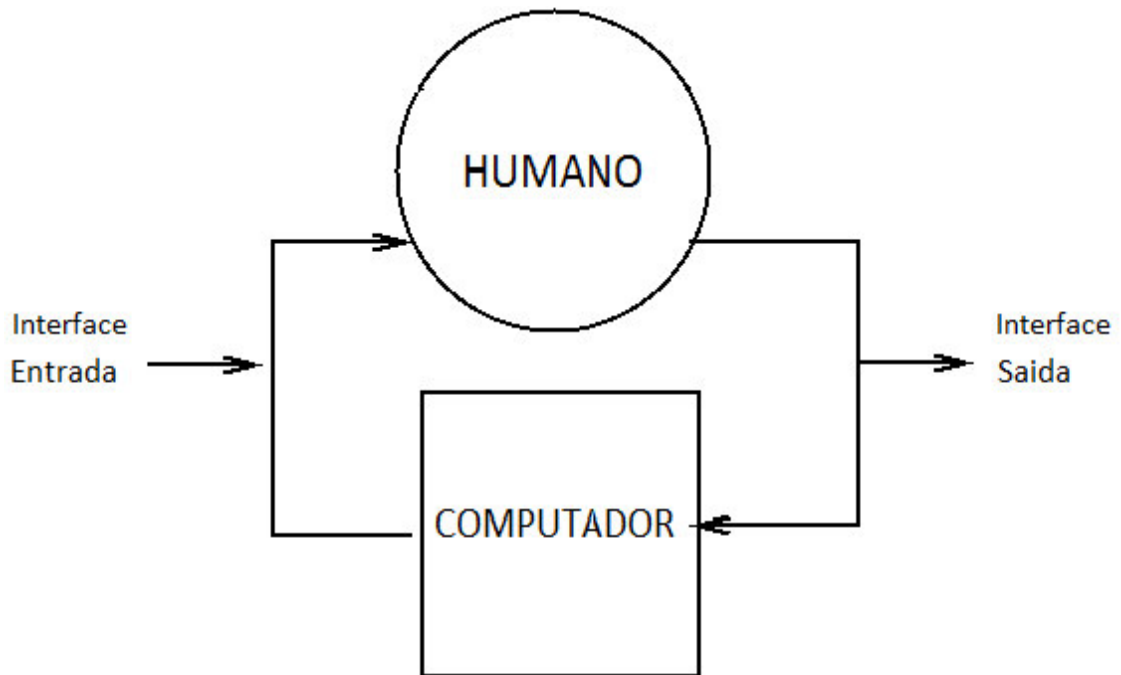


Figura 25 - Arquitetura Básica

Os dispositivos de entrada tipicamente utilizados são aparelhos eletrônicos para reconhecimento de fala, teclados, mouses, joysticks, botões, rastreamento de olhos, canetas, gestos, leitores de código de barra, dispositivos de captura de vídeo, microfones, localizadores, GPS e outros dispositivos tais como sensores. Os dispositivos de saída comumente utilizados são vídeos e equipamentos sonoros (YUANFANG, 2000).

A topologia de rede na “Computação Vestível” pode ser dividida em três camadas (Figura 26). A primeira tem a função de conectar a roupa ao mundo externo, a segunda interligar os vários componentes do vestuário e a terceira permitir conectividade com outros equipamentos próximos. Quanto a questão de ligar o computador vestível ao mundo

exterior é realizada utilizando redes sem fio (WLAN) que estão conectadas a Internet ou utilizando redes sem fio WMAN, como o 3G. Quanto à interligação entre os vários componentes do computador vestível, pode-se envolver conexões com fio e sem fio (WBAN), processador, unidade de armazenamento e periféricos semelhantes serão ligados com ou sem cabos à Main Unit da roupa. A conectividade do vestuário com outros equipamentos ocorre a partir de uma rede WPAN (LEUNG, 2009).

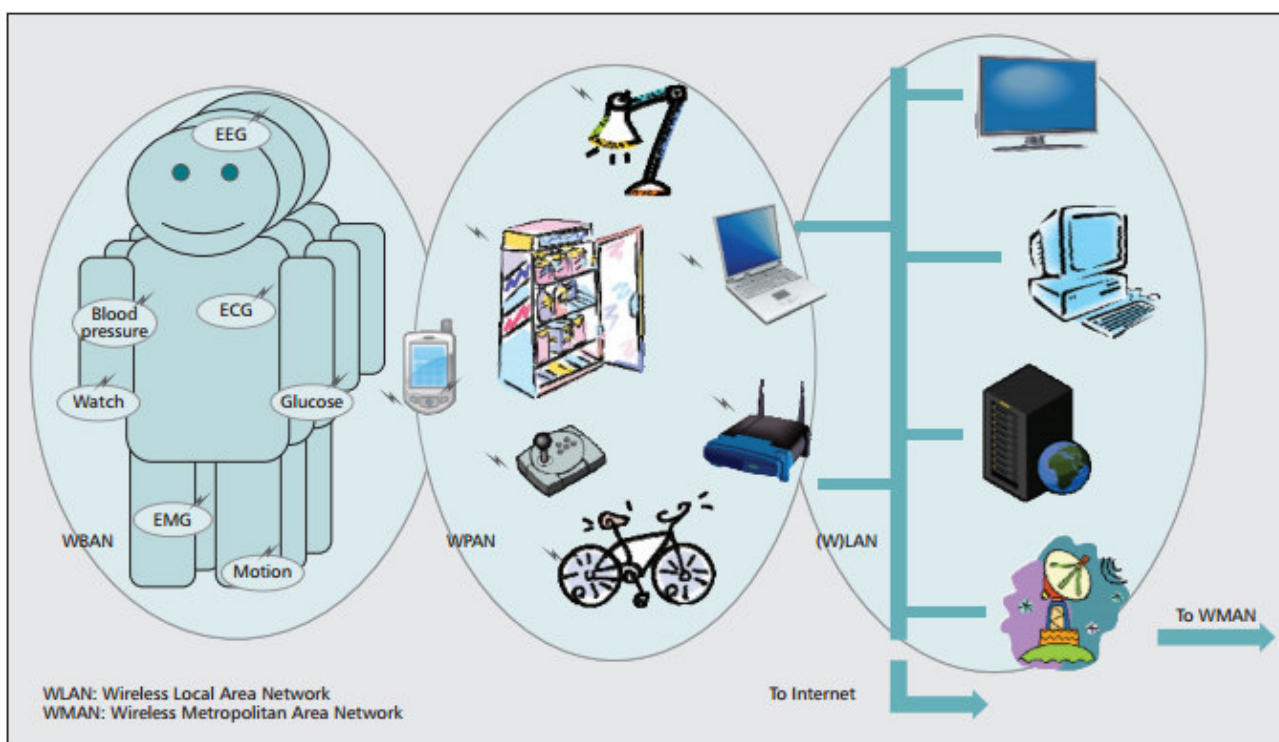


Figura 26 - Topologia

(http://csi.dgist.ac.kr/uploads/Intranet/1107_WBAN_SSH.pdf – acessado em 08/07/13)

A interface de entrada comumente utilizada para a “Computação Vestível” é realizada através de sensores. As redes de sensores se caracterizam pela presença de sensores (nós) interconectados por uma rede sem fio, com limite de alcance do sinal e limitação de fonte de energia, por serem operadas por baterias (CARVALHO, 2005).

Os sensores detectam e convertem estímulos do ambiente e são apenas a fronteira de um sistema complexo que permite distribuir inteligência em um ambiente. Para o computador vestível estar habilitado a responder “de forma inteligente” aos objetos existentes dentro de um ambiente, os dados dos sensores devem ser processados e interpretados por microprocessadores e softwares (CARVALHO, 2005).

Os principais componentes de um WBAN são os sensores, com eles é possível o mundo real interagir com o mundo virtual. Geralmente, eles podem ser classificados em mecânicos, biológicos, óticos, acústicos e ambientais. Na tabela 1 apresenta-se alguns tipos de sensores utilizados na “Computação Vestível”, bem como sua função (LEUNG, 2009).

Tabela 1. Tipos de Sensores x Utilização		
Sensor	Estímulo	Utilização
Mecânico	Posição, aceleração, força, deslocamento, moldes, aceleração	Detectar movimento, peso dos objetos de pessoas
Biológico	Batimentos cardíacos, temperatura corporal, atividade neural e taxas respiratórias.	Medição do humor das pessoas, estado mental e estado físico
Acústico	Volume, frequência, fase e alterações	Detectar sons e reconhecimento da fala
Ótico	Emissividade, refração, luz, frequência de onda, brilho	Deteção de visão do computador, deteção de presença e movimento IR(infrared) infra-vermelho
Ambiente	Temperatura, umidade	Monitoramento de condições ambientais

Tabela 1 – Tipos de Sensores utilizados (LEUNG, 2009)

As Redes de Sensores Sem Fios (RSSF), em inglês Wireless Sensor Networks (WSN), exigem técnicas para tratamento de falhas e que promovam adaptação a condições ambientais diversas para que o tempo de funcionamento desses sistemas seja o mais longo possível. Pois não será sempre que o usuário estará próximo de uma fonte de energia para carregar o computador vestível. Além disso, é desejável que uma RSSF possa crescer em escala de forma incremental, isto é, pela adição de novos nós sensores e/ou novas funcionalidades (CARVALHO, 2005).

Um sistema computacional vestível se apresenta como um nó sensor ou como uma rede de sensores embutidas numa roupa ou acessório. Esses sensores podem capturar dados e/ou em alguns casos gerar informações com base nos dados capturados (PENTLAND, 2004).

A rede de sensores é hierarquizada pelo modelo cliente-servidor. Cabe aos clientes (nós sensores) o sensoriamento e transmissão dos dados para o servidor. Esse servidor é chamado Personal Server (PS). O PS é responsável pelo processamento das informações coletadas. Como elemento para interconexão da rede de sensores com outras redes tem-se um gateway móvel, podendo ser um smartphone. Em forma de um computador de mão, o gateway móvel é o responsável pelo envio dos dados coletados pelos sensores para outros sistemas (JOVANOVA, 2006). A Figura 27 detalha esse sistema.

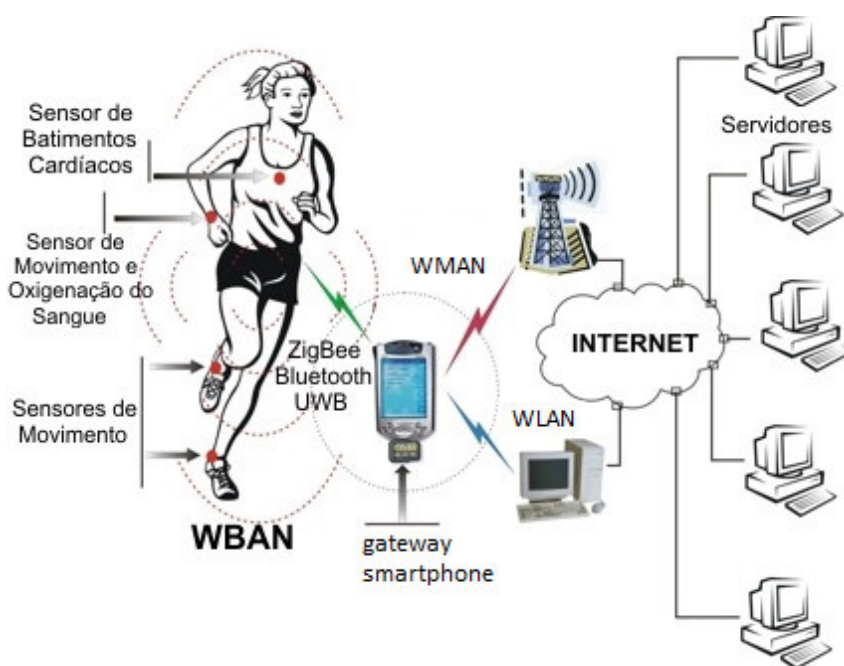


Figura 27 – Rede de Sensores

(<http://www.vivasemfio.com/blog/tag/wban/> - acessado em 10/07/13)

O modelo hierárquico em camadas (Figura 28) permite delimitar com clareza as funcionalidades de cada subsistema e possibilita que cada um possa ser substituído quando necessário (WILEY, 2010).

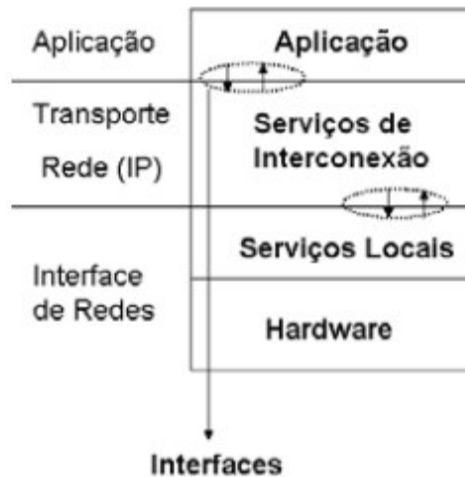


Figura 28 – Modelo em camadas inspirada no modelo TCP/IP

(WILEY, 2010)

Os requisitos técnicos, tais como taxa de transmissão, taxa de erro de bit, tolerância de atraso, ciclo de trabalho e duração de bateria, de uma rede de sensores variam de acordo com as aplicações (WANG, 2009).

As redes sem fio trazem uma série de questões que precisam ser levadas em conta no projeto de um computador vestível. Pode-se levar em consideração a seleção de banda de frequência, modelagem do canal, projeto do protocolo da camada física, eficiência energética do hardware, qualidade de serviço e confiabilidade, conectividade de tempo real em redes heterogêneas, segurança e privacidade, conformidade regulatória (WANG, 2009).

O projeto da camada física requer diminuição do consumo de energia sem que ocorra o comprometimento da fidelidade da transmissão. Idealmente o aumento do consumo e o aumento da taxa de

dados devem seguir uma escala linear indo de alguns poucos quilo bytes por segundo até 10Mb/s, ou seja, objetivando atingir uma quantidade de energia constante por bit de informação. Dessa forma, o projeto exige protocolos robustos para tratamento de interferências (já que os dispositivos na rede irão operar na presença de outros dispositivos de maior potência em bandas de frequência não licenciadas), conectividade sem interrupções apresentando o mínimo de degradação na performance (variações na latência, perda de pacotes e velocidade) mesmo em ambientes dinâmicos permitir tempos de resposta nas mudanças dos modos de transmissão para recepção entre o modo stand-by e o de operação, assim contribuindo de forma significativa para a economia de energia (WANG 2009).

A confiabilidade e a qualidade de serviço oferecidos por computadores vestíveis com sensores sem fio devem ser iguais ou melhores do que as obtidas atualmente utilizando-se equipamentos com tecnologias com fio. A estrutura de gerência do sistema de QoS (Quality of Service) deve ser flexível o suficiente para ser dinamicamente configurável para atender os requisitos de cada aplicação sem que isso aumente a complexidade ou diminua o desempenho do sistema. Por exemplo, aplicações de tempo real são tanto sensíveis ao atraso de entrega quanto às perdas na transmissão, os dispositivos desse tipo de rede, em geral, têm poucos recursos para lidar com armazenamento e retransmissão de dados perdidos e/ou corrompidos. Portanto, são requisitos essenciais para garantirmos uma qualidade no funcionamento do projeto à implantação de algoritmos fortes de detecção e correção de erros e mecanismos eficientes de reconhecimento e retransmissão de pacotes (WANG, 2009).

O computador vestível como está interconectado ao corpo do usuário, comumente os dados envolvidos no sistema serão confidenciais e restritos apenas ao usuário. Portanto, privacidade, confidencialidade, autenticação, autorização e integridade são requisitos fundamentais.

Soluções utilizadas atualmente em outras aplicações para resolver esses requisitos não são ideais devido às limitações de recursos (processamento, memória e energia). O desenvolvimento de métodos leves e eficientes em termos de consumo de recursos é necessário. Entretanto, o maior desafio nesse quesito talvez seja achar o ponto de equilíbrio em termos de segurança e privacidade. O uso de criptografia de chave simétrica é a mais confiável para WBANs do que criptografia de chave pública devido ao maior consumo de energia (WANG, 2009).

As tecnologias utilizadas em uma rede WBAN em um projeto de um computador vestível geralmente são Bluetooth, ZigBee, ANT, Sensium, UWB.

Bluetooth é um protocolo padrão de comunicação primariamente projetado para baixo consumo de energia com curto alcance que define as camadas de enlace e de aplicação para suportar transmissão de dados e voz. Na camada de enlace utiliza uma tecnologia full-duplex de espalhamento espectral do sinal por salto de frequência a uma taxa nominal de 1600 saltos por segundo para reduzir a interferência entre tecnologias que compartilham o espectro de 2,4 GHz. É capaz de formar uma rede de até oito dispositivos. Possui um perfil exclusivamente projetado para definir requisitos das implementações de dispositivos para a área de saúde e condicionamento físico. Utiliza-se também nos projetos o Bluetooth de baixo consumo que prevê um modo de operação de baixíssimo consumo e confiabilidade na transferência dos dados (WANG, 2009).

O Zigbee também tem ênfase na baixa potência de operação, na baixa taxa de transmissão de dados e no baixo custo de implantação. A tecnologia utilizada é comparável às redes Bluetooth e diferencia-se destas por desenvolver um consumo ainda menor e por um alcance reduzido. Funciona em modo de rede transparente, onde todos os pontos podem receber dados e no modo criptografado. Define as

camadas de rede, segurança e aplicação sobre as camadas físicas e de controle de acesso ao meio (definidas pela norma IEEE 802.15.4). Diferente do Bluetooth, a camada física implementa uma técnica de espalhamento espectral por sequência direta. Já a camada de controle de acesso ao meio utiliza um mecanismo de acesso múltiplo ao meio com verificação de portadora com prevenção de colisões CSMA/CA. Suporta formação de redes flexíveis, é altamente otimizada para baixos ciclos de trabalho e, ao contrário do Bluetooth, os nós escravos não precisam manter um sincronismo com um nó mestre, o que resulta em muito menos tempo de utilização do rádio e, por consequência, menor consumo de energia. Assim como o Bluetooth, possui um perfil para interoperabilidade de dispositivos sem fio permitindo um monitoramento seguro e confiável de serviços não críticos e de baixa acuidade (WANG, 2009).

A tecnologia ANT Possui como principais características um projeto simples, baixa latência, capacidade de gerenciar a taxa de dados e consumo de energia, taxa de 20 kb/s entre nós da rede (podendo alcançar 1 Mb/s) e características de segurança incorporadas em baixo nível. Assim como o Bluetooth e o ZigBee, opera na faixa de frequência de 2,4 GHz utilizando um sistema de acesso múltiplo ao meio por divisão no tempo. A tecnologia geralmente utilizada em projetos de dispositivos e redes na área de saúde e condicionamento físico (WANG, 2009).

Sensium é uma tecnologia proprietária projetada especificamente para utilização em aplicações de saúde e gerenciamento de estilo de vida. Apresenta como principais características: transceptor de baixíssimo consumo, baixa taxa de dados e arquitetura de rede mestre-escravo onde os escravos são os sensores junto ao corpo que, periodicamente, enviam leituras dos sensores para um nó central da rede (WANG, 2009).

O UWB (Ultra Banda) é conhecido também pelo nome técnico desenvolvido pela IEEE o 802.15.3. O UWB é usado para referenciar qualquer tecnologia de rádio em que se use uma largura de banda maior de 500 MHz ou mais que 25% da frequência central, de acordo com o FCC. O UWB opera de forma diferente das demais tecnologias de rede sem fio. Além de ter um espectro de atuação amplo, o UWB transmite por rajadas de sinais (centenas por segundo). A combinação do "gatilho rápido" com a ampla cobertura de banda permite que o UWB consuma menos energia e consiga taxas de transmissão ainda maiores (MORIMOTO, 2005).

Embora as tecnologias aqui mencionadas apresentem algumas características que se enquadram nos requisitos técnicos para redes de sensores corporais, nenhuma delas pode ser considerada a tecnologia destinada para esse fim. Por isso o IEEE desenvolveu o primeiro padrão (802.15.6) abrangendo as camadas físicas e de controle de acesso ao meio para redes corporais sem fio. Com isso, espera-se conseguir principalmente, taxas de dados mais rápidas com um menor consumo de energia (IEEE, 2012).

A Figura 29 apresenta a comparação entre as tecnologias sem fio comumente utilizadas nos projetos para dispositivos da "Computação Vestível" quanto à taxa de dados e consumo (WANG, 2009).

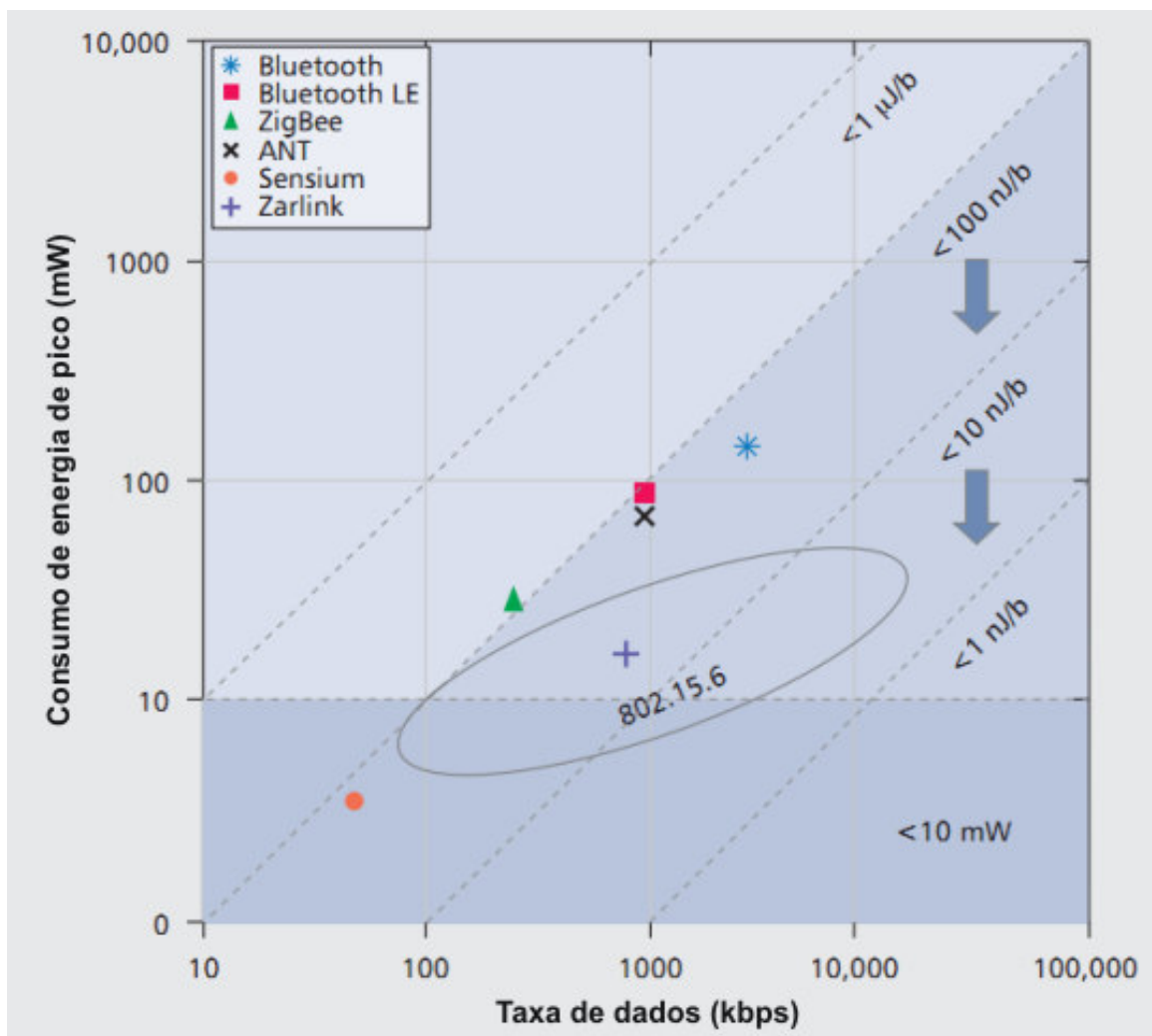


Figura 29 – Comparação entre as tecnologias – mW/kbps

(WANG,2009)

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nota-se que o objetivo geral do trabalho foi alcançado através da revisão literária apresentada. Pôde-se entender o funcionamento dos dispositivos através das tecnologias sem fio e apresentar aplicações bastante interessantes.

Apesar da tecnologia da “Computação Vestível” ser bem recente, este trabalho preocupou-se em apresentar os requisitos fundamentais para projetar aplicações utilizando este conceito promissor, baseado essencialmente em trabalhos de seus pesquisadores pioneiros e levando-os ao propósito de aplicá-los a favor da humanidade.

Sugere-se que essa pesquisa seja continuada e ampliada, levando em consideração as evoluções da tecnologia sem fio e da capacidade de processamento dos computadores, além das evoluções dos conceitos apresentados e das correções necessárias, já que certas descobertas a respeito do funcionamento do corpo humano certamente impactam a forma como os computadores podem reconhecer e expressar as emoções.

Por ser uma tecnologia ainda nascente, também sugere-se que ao longo do tempo se aperfeiçoe a questão da segurança das aplicações, visando garantir uma maior confiabilidade ao usuário, visto que trata-se de aplicações voltadas exclusivamente ao usuário que está vestindo o computador.

De acordo com as seis características essenciais para um dispositivo vestível, apresentada por Steve Mann (1997), essas podem servir de parâmetro tanto para a criação de novos dispositivos como para novos projetos que tenham essa tecnologia como base. Além do

mais, podem servir também como uma base objetiva para a análise e avaliação de novos produtos. Lógico que essas características não são obrigatórias, dependendo qual a finalidade da aplicação elas podem ser alteradas. O fato é que a incorporação de novas tecnologias às vestimentas é uma tendência irreversível.

A enorme variedade de novos projetos e produtos que tratam sobre o tema é extremamente crescente. Existem até mesmo grupos de pesquisa dedicados exclusivamente ao assunto, como é o caso do Media Lab da MIT ou ainda do Wearable Computing Laboratory da Universidade do Oregon (EUA). Precisa-se estar atentos as novas oportunidades de projetos que irão aparecer e os novos paradigmas que essas aplicações irão trazer consigo.

Os consumidores começarão a experimentar mais dispositivos vestíveis durante os próximos anos, mais especificamente na área da saúde, fitness, redes sociais e jogos. A ABI Research prevê que o mercado global de dispositivos portáteis relacionados à saúde e fitness possa chegar a 170 milhões de dispositivos até 2017. Esta nova tendência entre os consumidores irá acelerar grandes empresas de tecnologia a começar a criar novos produtos.

Observa-se uma crescente redução dos custos de desenvolvimento e produção de novos componentes de hardware que possibilitarão a criação de dispositivos ainda menores e mais inteligentes. Com isso, nos próximos anos, os computadores estarão introduzidos dentro do corpo humano. O futuro da Computação Vestível tende a aproximar-se da tecnologia Biônica. Os ciborgues típicos das obras de ficção científica já podem ser uma realidade e poderão ser indistinguíveis dos humanos comuns sob o ponto de vista de raciocínio e pensamento.

REFERÊNCIAS

BRAIN, Marshall; Tracy Wilson. *"Como funciona a rede WiFi"*. Publicado em 30 de abril de 2001 – <http://informatica.hsw.uol.com.br/rede-wifi.htm> (acessado 20 de julho de 2013)

BRAIN, Marshall. *"Como funcionam as ondas de rádio"*. Publicado em 01 de abril de 2000 - <http://informatica.hsw.uol.com.br/ondas-de-radio1.htm> (acessado 19 de julho de 2013)

TYSON, Jeff. *"Como funciona a Interconexão de Sistemas Abertos (OSI)"*. Publicado em 17 de novembro de 2008 - <http://informatica.hsw.uol.com.br/interconexao-de-sistemas-abertos-osi1.htm> (acessado 20 de julho de 2013)

FRANKLIN, Curt. *"Como funcionam os roteadores"*. Publicado em 31 de julho de 2000 - <http://informatica.hsw.uol.com.br/roteadores9.htm> (acessado 20 de julho de 2013)

BOLZANI; C. A. M, *"Residências Inteligentes"*, Editora Livraria da Física, 2004

COUTO, E.; Goellner, S.V. *"Uma estética para corpos mutantes. Corpos mutantes: ensaios sobre novas deficiências corporais"*. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2007.

IEEE Standards Association. *"IEEE 802.15 WPAN Task Group 6 (TG6) Body Area Networks"*. Publicado em 09 de Junho de 2011 - <http://www.ieee802.org/15/pub/TG6.html> (acessado 10 de maio de 2013)

IEEE Standards Association. *"IEEE 2012 Annual Report"*. Publicado em outubro de 2011 - <http://sites.ieee.org/annualreport> (acessado 10 de maio de 2013)

HEIDI, Monson. *"Bluetooth Technology and Implications"*.
Publicado em 14 de dezembro de 1999 -
<http://pt.scribd.com/doc/46985734/Bluetooth-Technology> (acessado 11
de maio de 2013)

IEEE Standards Association. *"Inside the IEEE Standards
Association"*. Publicado em 2013 -
<http://standards.ieee.org/about/ieeesa.html> (acessado 11 de maio de
2013)

THORP, Edward. *"The Invention of the First Wearable Computer,
in the Second International Symposium on Wearable Computers"*.
Publicado em outubro de 1998 - <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=858031>
(acessado 14 de maio de 2013)

WATIER, Katherine. *"Marketing Wearable Computers to
Consumers: An Examination of Early Adopter Consumers' Feelings and
Attitudes Toward Wearable Computers"*. Publicado em 19 de abril de
2003 - <http://pre.docdat.com/docs/index-154911.html> (acessado 14 de
maio de 2013)

MANN, Steve. *"Wearable Computing. Encyclopedia of Human-
Computer Interaction - Denmark: The Interaction-Design.org
Foundation"*. Publicado em 2012 - [http://www.interaction-
design.org/encyclopedia/wearable_computing.html](http://www.interaction-design.org/encyclopedia/wearable_computing.html) (acessado 14 de
maio de 2013)

FRIEDBERG, Michael. *"Early Wristwatches and Coming of an
Age in World War I"*. Publicado em 2000 –
<http://people.timezone.com/mfriedberg/articles/Wristlets.html> (acessado
em 15 de maio de 2013)

QUINCY. *"The invention of the first wearable computer, in the
Second International Symposium on Wearable Computers"*. Publicado
em outubro de 1998 - <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=858031>
(acessado 14 de maio de 2013)

MANN, Steve. "An historical account of the 'WearComp' and 'WearCam' inventions developed for applications in 'Personal Imaging,' in the First International Symposium on Wearable Computers". Publicado em outubro de 1997 - <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=851036.856455> (acessado 15 de maio de 2013)

HP JOURNAL. "Wrist instrument Opens New Dimension in Personal Information - Hewlett-Packard Journal". Publicado em dezembro de 1977 - <http://www.algosobre.com.br/informatica/historia-do-computador-e-da-internet.html> (acessado 15 de maio de 2013)

ROBERTS, Steven K. "Computing Across America: The Bicycle Odyssey of a High-Tech Nomad". Publicado em 1988 - http://www.interaction-design.org/encyclopedia/wearable_computing.html (acessado 15 de maio de 2013)

MACKENZIE, I. Scott; Matias, Edgar and William Buxton. "A Wearable Computer for Use in Microgravity Space and Other Non-Desktop Environments - Conference on Human Factors in Computing Systems". Publicado em 1996 - <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.63.823> (acessado 16 de maio de 2013)

WARWICK, Kevin; Gasson, M. N.; Hutt, B.; Goodhew, I.; Kyberd. "Bi-directional human machine interface via direct neural connection. In: IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication". Publicado em setembro de 2002 - <http://centaur.reading.ac.uk/view/creators/90000341.html> (acessado 16 de maio de 2013)

PICARD, R. W. "Affective Computing in the MIT Press". Publicado em 1997 - <http://affect.media.mit.edu/people.php?id=picard> (acessado em 01 de junho de 2013)

HARRISON, Jeffrey P.; Lee, Angela. "The role of e-health in the changing Health Care Environment". Publicado em 21 de fevereiro de 2007 - <http://www.medscape.com/viewarticle/551712> (acessado dia 01 de junho de 2013).

STOKOWSKI, Laura A. *"Healthcare Anywhere: The pledge of telehealth"*. Publicado dia 30 de outubro de 2008 - <http://www.medscape.com/viewarticle/581800> (acessado dia 01 de junho de 2013)

PRUNCHONGHARN, Phond et al. *"A cognitive radio system for e-health applications in a hospital environment"*. Publicado em fevereiro de 2010 - <http://arnetminer.org/publication/a-cognitive-radio-system-for-e-health-applications-in-a-hospital-environment-3248220.html> (acessado dia 02 de junho de 2013)

BOUKERCHE, Azzedine; Ren, Yonglin; Pazzi, Richard. *"Monitoring patients via a secure and mobile healthcare system"*. Publicado em fevereiro de 2010 - <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1821029> (acessado dia 02 de junho de 2013)

AMADEU F. *"O corpo e as novas tecnologias materiais, in M, B. Medeiros (Org)"*. Publicado em 2004 - http://c3.furg.br/arquivos/download/santos_marucci.pdf (acessado dia 02 de junho de 2013)

FENG, Shan; Liang, Zhongliang; Zhao, Dongmei. *"Providing telemedicine services in an infrastructure-based cognitive radio network"*. Publicado em fevereiro de 2010 - <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1821017.1821034> (acessado dia 03 de junho de 2013)

EDWARDS, Brian. *"Wearable sensor by Affective can measure anxiety and is helping autism research"*. Publicado dia 28 de outubro de 2011 - <http://www.imedicalapps.com/2011/10/wearable-sensor-by-affective-can-measure-anxiety-and-is-helping-autism-research/> (acessado dia 03 de junho de 2013)

UMBEHR, Josh. *"CPR Glove A Potential Lifesaver"*. Publicado dia 14 de fevereiro de 2007 - http://www.medgadget.com/2007/02/cpr_glove_a_pot.html (acessado dia 07 de junho de 2013)

HARMS, H.; O, Amft; D, Roggen; G, Tröster. *"SMASH: A Distributed Sensing and Processing Garment for the Classification of Upper Body Postures - Submitted to the third International Conference on Body Area Networks*. Publicado dia 17 de março de 2008 - <https://edit.ethz.ch/wearable/research/groups/textiles/smash> (acessado dia 07 de junho de 2013)

GOLLNER, Ulrike. *"Mobile Lorm Glove: introducing a communication device for deaf-blind people"*. Publicado em 2012 - <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2148159> (acessado dia 08 de junho de 2013)

NUNES, Vanessa. *"A computação vestível caminha para a invisível"*. Publicado em 2008 - <http://www.clicrbs.com.br/blog/jsp/default.jsp?source=DYNAMIC,blog.BlogDataServer,getBlog&uf=1&local=1&template=3948.dwt§ion=Blogs&post=49815&blog=222&coldir=1&topo=3951.dwt> (acessado dia 10 de junho de 2013)

RESKE, Florian; Angelescu, Emanuel. *"Improving sports performance with wearable computing"*. Publicado em 2006 - http://hci.rwth-aachen.de/tiki-download_file.php?fileId=1160 (acessado dia 10 de junho de 2013)

PATEL, Nilay. *"Riddell starts shipping concussion-monitoring football helmets"*. Publicado dia 18 de dezembro de 2007 - <http://www.engadget.com/2007/12/18/riddell-starts-shipping-concussion-monitoring-football-helmets/> (acessado dia 11 de junho de 2013)

BRADFORD, K. T. *"Motorola MotoACTV Is What the iPod Nano Should Be"*. Publicado dia 20 de outubro de 2011 - <http://www.gottabemobile.com/2011/10/20/video-motorola-motoactv-is-what-the-ipod-nano-should-be/> (acessado dia 11 de junho de 2013)

ALPEROVICH, Ana Lisa. *"Brilliant led backpack lets night cyclists signal to drivers"*. Publicado dia 22 de abril de 2011 - <http://inhabitat.com/brilliant-led-backpack-lets-night-cyclists-signal-to-drivers/> (acessado dia 20 de julho de 2013)

STAGGS, Thomas. *"Interview for All Things Digital"*. Publicado em 2013 - <http://allthingsd.com/20130529/tomorrowland-today-disney->

magicband-unlocks-new-guest-experience-for-park-goers/ (acessado dia 28 de junho de 2013)

ROSELLA. *"Cute Circuit Portfolio"*. Publicado em 2009 - <http://cutecircuit.com/portfolio/hug-shirt/> (acessado dia 30 de junho de 2013)

RUDY; Paul. *"Smart notification bracelet for iPhone and Android"*. Publicado em 2013 - [http://www.kickstarter.com/projects/embraceplus/embrace-1?ref=liveEMBRACE+, smart notification bracelet for iPhone and Android](http://www.kickstarter.com/projects/embraceplus/embrace-1?ref=liveEMBRACE+,smartnotificationbraceletforiPhoneandAndroid) (acessado dia 30 de junho de 2013)

ELLIS, Nick. *"Emo Pulse Smile, Um Bracelete Smartphone com Touchscreen Flexível"*. Publicado em 2013 - <http://digitaldrops.com.br/drops/2013/05/emopulse-smile-um-bracelete-smartphone-com-touchscreen-flexivel.html> (acessado dia 30 de junho de 2013)

ZUANON, Rachel. *"Saem os controles entram as roupas"*. Publicado em 2013 - <http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,EMI115841-17779,00-SAEM+OS+CONTROLES+ENTRAM+AS+ROUPAS.html> (acessado dia 30 de junho de 2013)

THINKGEEK. *"Wi-Fi Detector Shirt"*. Publicado em 2007 - <http://www.thinkgeek.com/product/991e> (acessado dia 30 de junho de 2013)

AMBER, Case. *"Trying Google Glass"*. Publicado dia 27 de abril de 2013 - <http://www.realityaugmentedblog.com/2013/04/trying-google-glass/> (acessado dia 03 de julho de 2013)

ANTE, Spencer. *"Test Driving Google's New Glasses"*. Publicado dia 11 de setembro de 2012 - <http://online.wsj.com/article/SB10000872396390443779404577643981045121516.html?mod=e2tw> (acessado dia 03 de julho de 2013)

CASADIO, Gustavo. *“Google Glass é computador em forma de óculos”*. Publicado em 2013 -

<http://tecnologia.terra.com.br/eletronicos/google-glass-e-computador-em-forma-de-oculos-confira-teste,cb071bca62c1f310VgnVCM5000009ccceb0aRCRD.html> (acessado dia 03 de julho de 2013)

TOPOLSKY, Joshua. *“I used google glass it’s the future with monthly updates”*. Publicado dia 22 de fevereiro de 2013 - <http://www.theverge.com/2013/2/22/4013406/i-used-google-glass-its-the-future-with-monthly-updates> (acessado dia 03 de julho de 2013)

FRAGA, Rene. *“Patente do Google Glass revela seus componentes”*. Publicado em 2013 - <http://googlediscovery.com/2013/02/22/patente-do-google-glass-revela-seus-componentes/> (acessado dia 03 de julho de 2013)

YUANFANG, Cai. *“Presentations Wearable”*. Publicado dia 6 de dezembro de 2000 - <http://www.cs.virginia.edu/~yc7a/Presentations/wearable.ppt> (acessado dia 08 de julho de 2013)

LEUNG, Victor; Cao, Huasong. *“Enabling Technologies for Wireless Body Area Networks: A Survey and Outlook”*. Publicado em 2009 - http://csi.dgist.ac.kr/uploads/Intranet/1107_WBAN_SSH.pdf (acessado dia 08 de julho de 2013)

CARVALHO, H. S. *“Data Fusion Implementation in Sensor Networks Applied to Health Monitoring”*, Publicado em janeiro de 2005 - <http://www.sbis.org.br/cbis/arquivos/384.DOC> (acessado dia 10 de julho de 2013)

PENTLAND, A.P. *“Wearable Intelligence”*. Publicado em 2004 - http://web.media.mit.edu/~sandy/wearable_intelligence.pdf (acessado dia 10 de julho de 2013)

JOVANOV, Emil. *“Wearable Health Monitoring Systems”*. Publicado em 2006 - <http://www.ece.uah.edu/~jovanov/whrms/> (acessado dia 10 de julho de 2013)

WILEY, John. "*Cooperating Embedded Systems and Wireless Sensor Networks*". Publicado em 2010 –
<http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9780470610817> (acessado dia 10 de julho de 2013)

WANG, Xiaodong. "*Flow-based real-time communication in multi-channel wireless sensor networks*". Publicado em 2009 -
<http://web.eecs.utk.edu/~xwang33/papers/ewsn09.pdf> (acessado dia 10 de julho de 2013)

MORIMOTO, Carlos E. "*UWB – índice de dicionário técnico*".
Publicado no dia 26 de junho de 2005 -
<http://www.hardware.com.br/termos/uwb> (acessado dia 11 de julho de 2013)