

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
CENTRO DE COMPUTAÇÃO E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO
BACHARELADO EM TECNOLOGIAS DIGITAIS**

ALINE CORSO

**COMPUTADORES VESTÍVEIS AFETIVOS COMO INTERFACE DE
COMUNICAÇÃO**

Caxias do Sul
2012

ALINE CORSO

**COMPUTADORES VESTÍVEIS AFETIVOS COMO INTERFACE DE
COMUNICAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso para
obtenção de grau de Bacharel em
Tecnologias Digitais. Curso de
Bacharelado em Tecnologias Digitais da
Universidade de Caxias do Sul.

Orientadora: Profa. Ms. Silvana Boone

Caxias do Sul
2012

DEDICATÓRIA

Para Sofia,
com todo o meu amor.

AGRADECIMENTO

Aos meus pais Daniel e Lorena, sem eles eu não seria NADA neste mundo.
Ao meu irmão Mateus.

A minha querida orientadora, Profa. Silvana Boone, que sempre esteve ao meu lado!

Aos professores do Curso de Tecnologias Digitais, pela contribuição na minha formação.

A todos os amigos que fiz durante esses sete anos de graduação, principalmente o Jason Piloti (meu *personal* programador e consultor de assuntos de extrema urgência). Ao meu amigo Marcos Furtado por sempre me apoiar e ter auxiliado na revisão deste TCC. As minhas amigas queridas Elisa Seerig e Juliane Borges.

A todos que acreditaram em mim e principalmente para a minha filha Sofia que, mesmo dentro da minha barriga, frequentava as aulas de Tecnologias Digitais. Filha, agradeço eternamente toda a sua compreensão e apoio nesta jornada, todas as vezes que precisei ficar longe de você para poder estudar... era tão dolorido, mas você sabia que era o meu sonho. Obrigada! O mundo é nosso e nós vamos conquistá-lo! Te amo!

*“The body is obsolete. We are at the end
of philosophy and human physiology.
Human thought reced into the human past.”*

Stelarc

RESUMO

Este trabalho consiste de uma pesquisa teórico/prática que apresenta ligações significativas entre o corpo e as tecnologias, através da investigação dos conceitos de computadores vestíveis, computação afetiva e computadores vestíveis afetivos. As investigações teóricas conduzem ao processo de criação de um computador vestível afetivo, capaz de medir os batimentos cardíacos de um usuário e manifestar uma reação visual a partir da taxa de frequência cardíaca.

Palavras-chave: Computadores vestíveis, computação afetiva, computadores vestíveis afetivos.

AFFECTIVE WEARABLE COMPUTERS AS A COMMUNICATION INTERFACE

ABSTRACT

This work consists of a theoretical/practical research, which presents meaningful connections between the body and the technologies, through the investigation of wearable computers, affective computers and affective wearable computers. The theoretical investigations lead to the process of creating an affective wearable computer, which is able to measuring the heart rate of a user and manifest a visual reaction from the rate of heart rate.

Keywords: Wearable computers, Affective Computing, Affective wearable computers.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - LUVA MILITAR	17
FIGURA 2 - BRAINPORT E A VISÃO DO USUÁRIO.....	18
FIGURA 3 - HAL.....	19
FIGURA 4 - LENTE DE CONTATO QUE LIBERA MEDICAMENTO	19
FIGURA 5 -BABYFLOW.....	20
FIGURA 6 - NIKE HINDSIGHT.....	21
FIGURA 7 - NO CONTACT.....	22
FIGURA 8 - ARMADURA JAPONESA.....	22
FIGURA 9 - VESTIDOS DE HUSSEIN CHALAYAN.....	24
FIGURA 10 - LIVING CLOTHES	24
FIGURA 11 - FEEDBACK DE FORÇA	25
FIGURA 12 - FIGURINO TECNOLÓGICO DE KATY PERRY	26
FIGURA 13 - FICÇÃO E IMAGINÁRIO POPULAR	33
FIGURA 14 - MÁQUINAS SUBJUGANDO A HUMANIDADE	34
FIGURA 15 - EVOLUÇÃO DOS COMPUTADORES VESTÍVEIS DE MANN.....	37
FIGURA 16 - DETALHE DA ÚLTIMA CRIAÇÃO DE MANN	37
FIGURA 17 -VESTIS.....	38
FIGURA 18 - BIOBODYGAME.....	39
FIGURA 19 - THIRD HAND	40
FIGURA 20 - DR. STELARC E DR. OCTOPUS	41
FIGURA 21 - IMPLANTE DE EDUARDO KAC	41
FIGURA 22 - LUMALIVE	42
FIGURA 23 - LUMIGRAM.....	43
FIGURA 24 - GALAXY.....	44
FIGURA 25 - EXOESQUELETO HONDA	44
FIGURA 26 - KASPAROV E DEEPBLUE.....	47
FIGURA 27 - RASTREAMENTO DE SORRISOS.....	52
FIGURA 28 -NAO.....	53
FIGURA 29 - HUGSHIRT	59
FIGURA 30 - KINETICDRESS.....	59
FIGURA 31 - AFFECTIVA Q SENSOR.....	60

FIGURA 32 - PRODUTOS LILYPAD ARDUINO	62
FIGURA 33 - AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO ARDUINO	63
FIGURA 34 - ESQUEMA DO COMPUTADOR VESTÍVEL AFETIVO CAPAZ DE MEDIR OS BATIMENTOS CARDÍACOS DO USUÁRIO E MUDAR DE COR CONFORME A FREQUÊNCIA CARDÍACA	64
FIGURA 35 - HEARTJACKET	65
FIGURA 36 - BLUSÃO COMITÊ DE ESTILO	68
FIGURA 37 - CROQUI.....	69
FIGURA 38 - LIGAÇÃO ELETRÔNICA	69
FIGURA 39 - CÓDIGO FINAL	73
FIGURA 40 - VESTÍVEL AFETIVO 1	74
FIGURA 41 - VESTÍVEL AFETIVO 2	75
FIGURA 42 - VESTÍVEL AFETIVO 3	75
FIGURA 43 - VESTÍVEL AFETIVO 4	76
FIGURA 44 – ARDUINO STARTER KIT	87
FIGURA 45 - CÓDIGO TESTE	88
FIGURA 46 - PROTOTIPAGEM DO CIRCUITO.....	89
FIGURA 47 - PROTÓTIPO DO CIRCUITO FINALIZADO	90
FIGURA 48 - CÓDIGO SENDO COMPILADO	91
FIGURA 49 - PROTÓTIPO EM FUNCIONAMENTO.....	92

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - COMPARAÇÃO ENTRE COMPUTADORES VESTÍVEIS, LAPTOPS E PALMTOPS	15
QUADRO 2 - MODOS BÁSICOS DE OPERAÇÃO DE UM COMPUTADOR VESTÍVEL.....	54
QUADRO 3 - ATRIBUTOS QUE CARACTERIZAM UM COMPUTADOR VESTÍVEL	55
QUADRO 4 - CRITÉRIOS DE DESENVOLVIMENTO DE UM COMPUTADOR VESTÍVEL	56
QUADRO 5 - COMPONENTES QUE PROVAM QUE UM COMPUTADOR POSSUI EMOÇÕES.....	57
QUADRO 6 - MATERIAIS PARA CONFECÇÃO DO COMPUTADOR VESTÍVEL AFETIVO.....	66
QUADRO 7 - ETAPA DE CRIAÇÃO.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

HMD	Head Mounted Display
MIT	Massachusetts Institute of Technology
LED	Light-Emitting Diode
FC	Ficção Científica
GPS	Global Positioning System
HQ	História em Quadrinhos
USB	Universal Serial Bus

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	O CORPO APARELHADO	14
2.1	CLASSIFICAÇÃO	16
2.1.1	Militar	16
2.1.2	Medicina	17
2.1.3	Esporte	20
2.1.4	Segurança	21
2.1.5	Moda.....	23
2.1.6	Entretenimento	25
2.2	CORPO E TECNOLOGIA, UM BREVE HISTÓRICO	26
2.2.1	Máquinas Inteligentes.....	33
2.3	DESAFIOS	34
2.4	ARTISTAS.....	36
2.5	EMPRESAS E MERCADO	42
3	AFETIVIDADE	45
3.1	MÁQUINAS PENSANTES.....	46
3.2	COMPUTAÇÃO AFETIVA OU COMPUTAÇÃO EMOCIONAL SOB A ÓTICA DE ROSALIND PICARD.....	48
3.2.1	Emoções na Interação Homem-Computador	51
3.2.2	Síntese de Emoções.....	52
3.3	COMPUTADORES VESTÍVEIS AFETIVOS.....	54
3.3.1	APLICAÇÕES VESTÍVEIS AFETIVAS	58
4	IMPLEMENTAÇÃO	61
4.1	CONFECÇÃO DO COMPUTADOR VESTÍVEL AFETIVO	61
4.1.1	Arduino	61
4.1.2	Linguagem C e Arduino	62
4.1.3	Confecção da Vestimenta.....	64
4.1.4	Etapas de Criação	70
4.2	PROGRAMAÇÃO DO SISTEMA.....	73
4.3	RESULTADOS FINAIS.....	74
4.4	EXPERIMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO.....	76
4.5	PROBLEMAS ENCONTRADOS.....	77
4.6	POSSIBILIDADES DE SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS APRESENTADOS	77
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
	REFERÊNCIAS.....	80
	APÊNDICE 1 – TESTANDO NO ARDUINO STARTER KIT.....	87

1 INTRODUÇÃO

A ideia de pesquisar computadores vestíveis foi sendo construída durante os anos da graduação no Bacharelado em Tecnologias Digitais, desta universidade. No início do curso, o universo das tecnologias ainda era novo e restrito para mim. Termos como ciberespaço, realidade virtual/realidade aumentada e exoesqueletos sequer faziam parte do meu vocabulário. Também criei um blog pessoal, chamado Janela Social¹ para agrupar informações sobre tecnologias interativas, mas foi em 2008 que percebi que eram as notícias sobre corpo e tecnologia que realmente chamavam a minha atenção e despertavam o meu interesse. Então criei um novo blog, o Computadores Vestíveis², que está ativo até hoje.

Em 2009, a Prefeitura de Caxias do Sul, através do Financiamento da Arte e Cultura Caxiense (FINANCIARTE) aprovou meu projeto de criação de uma obra imersiva e, em 2010, a obra foi implementada e apresentada ao público. O objetivo era recriar digitalmente a cidade de Caxias do Sul no ano de 1910 e, através do uso de um capacete de realidade virtual, poder passear livremente pelo ambiente. Essa obra foi, então, minha primeira experiência com tecnologias vestíveis³. A partir de então, tive a certeza absoluta que já estava definida a minha área de atuação dentro das tecnologias digitais.

Desde os tempos pré-históricos, o homem sempre teve necessidade de criar instrumentos para garantir sua própria sobrevivência. Como afirma Pires (2005), a ciência aperfeiçoa o corpo humano para torná-lo cada vez mais saudável, mais longo e mais compatível esteticamente com o desejo do indivíduo que o possui. Os instrumentos, portanto, sempre foram importantes no nosso desenvolvimento e conforme McLuhan (1979) a instrumentalização do homem é uma extensão do próprio.

Em determinado ponto da história da humanidade, o corpo começou a ser aparelhado, ampliando assim, suas funções. Dispositivos tecnológicos acoplados ao corpo humano são comumente chamados de tecnologias vestíveis ou computadores vestíveis. Se fizermos a pergunta “o que é um computador vestível?” para profissionais de diversas áreas, cada um terá uma resposta diferente. O médico, por

¹ www.janelasocial.blogspot.com

² www.computadoresvestiveis.com

³ Nome da obra: Passeio Virtual Caxias do Sul 1910. Ver: <http://passeiovirtual1910.blogspot.com>

exemplo, falará que pode ser uma prótese ou implante, o designer de moda falará que é um tecido recém lançado no mercado, que pode possuir filtro de proteção solar e assim por diante.

Este trabalho consiste de uma pesquisa teórico/prática que apresenta relações significativas entre o corpo e as tecnologias, através da investigação dos conceitos de computadores vestíveis, computação afetiva e computadores vestíveis afetivos. As investigações teóricas conduzem ao processo de criação de um computador vestível afetivo, capaz de medir os batimentos cardíacos de um usuário e manifestar uma reação visual a partir da taxa de frequência cardíaca.

O capítulo dois apresenta o corpo aparelhado, inovações, produtos e testes desenvolvidos (com sucesso ou não) ao longo da História que contribuíram para o que hoje podemos chamar de computadores vestíveis; também define o que são os computadores vestíveis e os classifica conforme o seu uso.

O capítulo três discorre sobre a afetividade homem-máquina, define computação afetiva e computadores vestíveis afetivos. Este capítulo foi baseado nos estudos da Dra. Rosalind Picard, do MIT, sobre computação e afetividade.

O capítulo quatro descreve a implementação do computador vestível afetivo capaz de medir os batimentos cardíacos de um usuário e manifestar uma reação visual a partir da taxa de frequência cardíaca.

Em consulta ao Banco de Teses e Dissertações da CAPES/CNPq, até o presente momento, existem apenas cinco trabalhos (entre dissertações e teses) que abordam o tema computadores vestíveis e afetividade. Raros são os artigos e monografias que abordam o tema. No Brasil, duas pesquisadoras se destacam: Luisa Paraguai Donati e Rachel Zuanon, abordadas neste TCC.

Por fim, seguem as considerações feitas que apresentam os resultados e as conclusões sobre computação vestível afetiva e aponta caminho para futuras investigações.

2 O CORPO APARELHADO

Desde a antiguidade o homem esteve preocupado em criar ferramentas para facilitar a sua vida. Logo, o corpo e a tecnologia iriam se fundir em algum momento, chegando ao ponto de não conseguirmos distinguir o que é orgânico e o que é sintético. A respeito destas tecnologias, existe um conflito entre os termos “tecnologias vestíveis” e “computadores vestíveis”. Nem toda tecnologia é, necessariamente, um computador. Segundo o dicionário Michaelis (2012), tecnologia é:

sf (tecno+logo2+ia1) 1 Tratado das artes em geral. 2 Conjunto dos processos especiais relativos a uma determinada arte ou indústria. 3 Linguagem peculiar a um ramo determinado do conhecimento, teórico ou prático. 4 Aplicação dos conhecimentos científicos à produção em geral: Nossa era é a da grande tecnologia. T. de montagem de superfície, Inform: método de fabricação de placas de circuito, no qual os componentes eletrônicos são soldados diretamente sobre a superfície da placa, e não inseridos em orifícios e soldados no local. T. social, Sociol: conjunto de artes e técnicas sociais aplicadas para fundamentar o trabalho social, a planificação e a engenharia, como formas de controle. De alta tecnologia, Eletrôn e Inform: tecnologicamente avançado: Vendemos computadores e vídeos de alta tecnologia. Sin: high-tech.

Os computadores vestíveis (*wearable computers* ou *wearcomp*) são um tipo de computador adicionado ao corpo do usuário, controlado por ele e sempre ligado e acessível, enquanto realiza as suas atividades cotidianas, auxiliando em atividades motoras e/ou cognitivas (Donati, 2005), sem ser considerado apenas uma ferramenta.

A computação vestível permite o acesso às informações de forma direta e instantânea. Não é uma tecnologia tão invasiva como a tecnologia móvel, por exemplo, pois, mesmo estando mais atrelada ao corpo do usuário, é mais fácil de manusear e não necessita de uma completa atenção para manejá-la. De acordo com a crítica de arte Priscila Arantes:

Os computadores vestíveis (...) permitem o deslocamento do corpo fisicamente, isto é, estar em qualquer lugar do mundo e manter a comunicação com qualquer outro ponto. Tem-se aí um corpo onipresente por meio da comunicação digital, mesmo sem se deslocar fisicamente. Esses aparatos geram formas corporais inéditas, bem como novos funcionamentos do corpo. Trata-se, na verdade, da possibilidade de criar novos corpos, novos seres, sugerindo a criação de seres híbridos. Atuamos então como verdadeiros designers de corpo – o corpo passa a ser um projeto de engenharia e design. Essa possibilidade de redesenhar, recriar, planejar e ressignificar o corpo acabam por fazer emergir diversas propostas de corpo, ou melhor, de seres. (*apud* Santaella, 2008, p. 368).

Em outra ótica, a pesquisadora e artista brasileira Luisa Paraguai Donati afirma que:

Um computador comum (desktop) foi desenvolvido para permanecer “fixo” na mesa, e que o computador de mão (laptop) trouxe certa mobilidade, podendo ser utilizado fora de casa, no carro ou avião. Com o wearcomp esta mobilidade é bem maior, já que a pessoa não precisa mais parar com o que está fazendo para consultá-lo; ele é especialmente elaborado para adaptar-se ao corpo em função das atividades a serem realizadas. (apud Sugimoto, 2012, p. 12)

O quadro 1 apresenta algumas características dos computadores vestíveis e os compara com tipos de computadores móveis, como o laptop e o palmtop:

Tabela 1 - Comparação entre computadores vestíveis, laptops e palmtops

Características	Computador vestível	Laptops em wireless LAN ²	Palmtops em wireless LAN
Mobilidade	O dispositivo é vestível no corpo. limitado		possuem
Mãos livres para outras atividades	Possuem diferentes formas de entrada de dados como tela sensível no pulso.	limitado	limitado
Transmissão em tempo real de dados coletados	Acesso imediato através de comunicação wireless – sem fio.	possuem	possuem
Colaboração remota em tempo real com uso de recursos remotos enquanto outras atividades de inspeção	HMD integrado com telefone e câmera permitindo realizam colaboração em tempo real.	muito limitado	muito limitado
Fácil acesso para informação de suporte	HMD ou uma tela plana - <i>flat panel</i> com acesso a dados remoto e localmente.	limitado	possuem

Fonte: DONATI, 2005, p. 30

O engenheiro e pesquisador L. Bass propõe cinco características para diferenciar um computador vestível de outros dispositivos:

Deve ser usado enquanto o usuário está em movimento; deve ser usado enquanto uma ou ambas as mãos estão livres, ou ocupadas com outras atividades; existe dentro do envelope corpóreo do usuário, isto é, não deve estar meramente “atachado” ao corpo, mas tornar-se uma parte integrante do vestuário do usuário; deve permitir ao usuário manter controle; deve exibir constância, isto é, podendo ser constantemente avaliável. (apud Donati, 2005, p. 28)

Complementando a definição acima descrita, existem quatro características técnicas principais que um computador vestível deve possuir:

- no mínimo um dispositivo de entrada de dados, para controle das funções do sistema;
- um microprocessador responsável pelo gerenciamento da entrada de dados, tipicamente uma placa;
- no mínimo um dispositivo de saída de dados, geralmente uma tela visível e constante posicionada na frente dos olhos do usuário;
- uma fonte: baterias, para o processador e possivelmente também para os dispositivos de entrada e saída. A energia é considerada o maior problema oriundo da mobilidade destes tipos de computadores. (Donati, 2005, p. 29)

2.1 CLASSIFICAÇÃO

Os computadores vestíveis podem ser entendidos como produto de vários contextos: *ubiquitous computing*⁴: relação entre ambiente/rede; *wearable computing*: relação entre corpo/tecnologia e *personal computing*: relação corpo/rede (Viseu *apud* Donati, 2005, p. 30) e, a partir disso, cria-se para este trabalho uma classificação, dada conforme sua utilização: militar, medicina, esporte, segurança, moda e entretenimento.

2.1.1 Militar

A ideia de proteger o corpo com peças de couro ou metal remonta a tempos imemoriais. As armaduras mais famosas são as da Idade Média, época em que os cavaleiros cobriam seu corpo quase que totalmente para a guerra. As peças eram confeccionadas com cota de malha⁵ e metal, chegando a pesar até 27 kg.

⁴ Computação ubíqua ou computação pervasiva é um termo usado para descrever a onipresença da informática no cotidiano das pessoas. O termo foi usado pela primeira vez pelo cientista estadunidense Mark Weiser no artigo *The Computer for the 21st Century*. Computação ubíqua é considerada por alguns como o *third wave* da computação. Na primeira fase havia muitas pessoas trabalhando em cada computador, na segunda, um computador por pessoa e na terceira, muitos computadores para cada usuário.

⁵ Série de entrelaçamentos de pequenas argolas de metal

Atualmente a tecnologia possibilita que novas armaduras sejam aperfeiçoadas a fim de garantir mais segurança para os soldados. Um típico sistema de computador vestível adotado em campos de batalha consiste em um capacete *high-tech*, além de eletrônicos levados na mochila ou presos em volta da cintura, tendo sempre a atenção em não serem equipamentos pesados.

A empresa americana RallyPoint⁶ desenvolveu uma luva com sensores que permite controlar a navegação por mapas digitais, ativar a comunicação via rádio e enviar comandos a um computador sem que o soldado tenha que largar suas armas (Figura 1).

Figura 1 - Luva Militar



Fonte: <http://migre.me/6dl22>

2.1.2 Medicina

Para uso médico, são comuns vestes que monitorem a saúde do usuário, como é o caso da cueca inteligente criada pelo professor Joseph Wang, da Universidade da Califórnia, em São Diego. A cueca é dotada de um biosensor⁷ eletrônico capaz de medir a pressão sanguínea, pulsação e outros sinais vitais.

⁶ <http://www.rallypoint.info/>

⁷ Dispositivo capaz de interpretar as mudanças químicas produzidas em presença do composto biológico, originando um sinal eletrônico capaz de ser interpretado em poucos minutos

Através dessa tecnologia também seria possível detectar um ferimento e já liberar medicamentos para tratá-lo. A maioria das tecnologias vestíveis dessa categoria são próteses, implantes inteligentes e tecidos inteligentes.

O *BrainPort*⁸ (Figura 2) consiste em um par de óculos equipados com câmera e um "pirulito" que é colocado na boca. A imagem captada pelos óculos é transformada em pulsos elétricos e enviado à língua. O cérebro então processa esses pulsos em imagens pixeladas. Trata-se de um ponto importante na batalha contra a cegueira.

Figura 2 - BrainPort e a visão do usuário



Fonte: <http://uk.wicab.com/technology>

A empresa japonesa Cyberdyne⁹ criou, em 2008, o traje-robô (exoesqueleto¹⁰) batizado como *HAL*¹¹ (Figura 3), uma espécie de armadura que visa facilitar os movimentos de idosos e pessoas com necessidades especiais.

O traje amplia as capacidades físicas do corpo humano e é recomendado a pacientes com problemas musculares ou incapacidades físicas.

Podemos comparar esse produto a armadura do Homem de Ferro no HQ (1963) e no filme (2008).

⁸ <http://vision.wicab.com/technology>

⁹ Detalhe para o nome da empresa: *Cyberdyne Systems Corporation* é uma companhia do universo do filme *Exterminador do Futuro*. <http://www.cyberdyne.jp/english>

¹⁰ Segundo a Wikipédia, exoesqueleto, como veículo robótico, imita o movimento do piloto, funcionando como uma espécie de prótese ou armadura massiva em volta dele, aumentando enormemente a força e o tamanho do piloto.

¹¹ Mais uma referência aos filmes de ficção científica: em 2001 – *Uma Odisséia no Espaço* (1968), HAL 9000 é um computador com avançada inteligência artificial, que chega até ter emoções humanas.

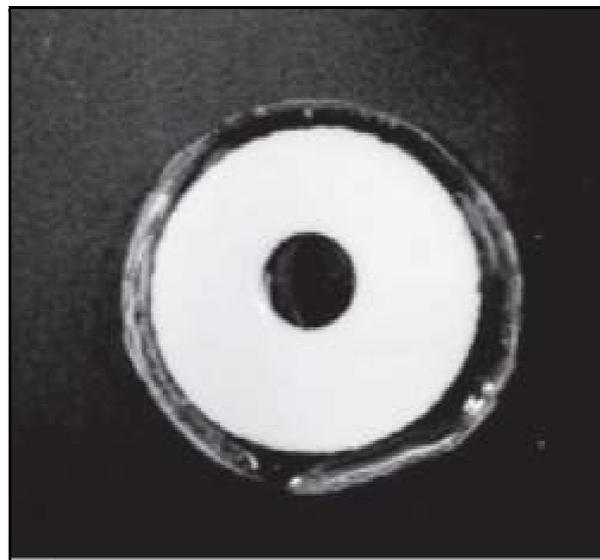
Figura 3 - HAL



Fonte: <http://www.cyberdyne.jp/english>

O grupo do Dr. Daniel Kohane e seus colegas do MIT desenvolveram uma lente de contato especial capaz de liberar medicamentos nos olhos do paciente, aos poucos e em uma quantidade ajustável. A nova lente de contato é composta por duas camadas de um polímero biodegradável e absorvente que contém o medicamento (Figura 4).

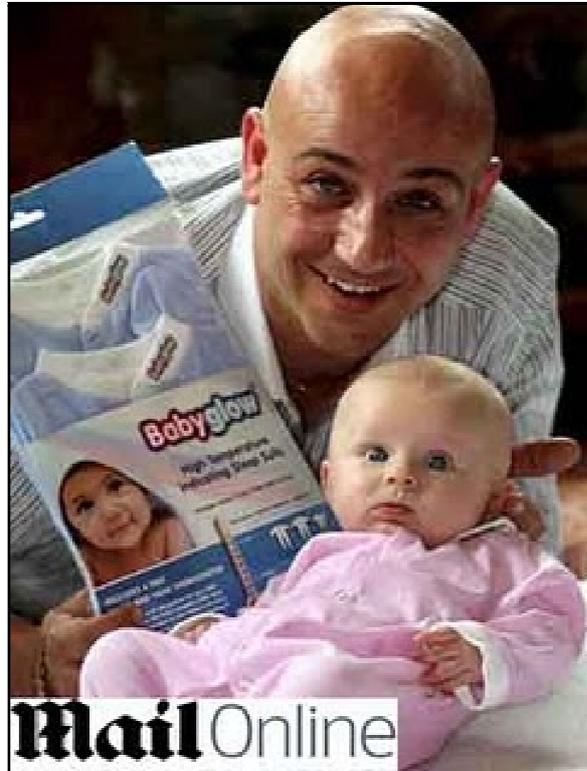
Figura 4 - Lente de contato que libera medicamento



Fonte: <http://migre.me/aJTBj>

Já a *Babyglow*¹² (Figura 5) é uma roupa infantil que auxilia os pais a verificar a temperatura de seus filhos: o macacão muda de cor se a criança está com febre.

Figura 5 -BabyFlow



Fonte: <http://migre.me/6dld8>

2.1.3 Esporte

Os computadores vestíveis desta categoria servem, principalmente, para monitoramento de funções vitais e conforto para o usuário.

O Ministério de Indústria da Espanha financiou a pesquisa de um modelo de roupa inteligente para reduzir os casos de morte súbita de jogadores depois que atletas tiveram ataques cardíacos em pleno jogo. A nova camisa possui um sistema de microchip que detecta sinais do coração durante o esforço físico. O sinal é captado e transmitido a um aparelho celular, por exemplo. Os dados transmitidos proporcionam um eletrocardiograma completo e ainda medem com precisão o esforço realizado pelo atleta.

Já o *designer* Billy May criou, para a Nike¹³, um óculos para deixar os ciclistas com uma super visão. O equipamento funciona expandindo a visão

¹² <http://www.babyglow.uk.com>

periférica de quem o usa, aumentando o a área de visão em 25° de cada lado. Apelidado de *Nike Hindsight* (Figura 6), o óculos tem a ideia de detectar perigos onde a visão humana não pode chegar.

Figura 6 - Nike Hindsight



Fonte: <http://migre.me/6dloe>

2.1.4 Segurança

Este tipo de computador vestível visa proteger o usuário que a veste. Um bom exemplo é a *No-Contact*, uma jaqueta criada especialmente para mulheres, que, ao apertar um botão, dá uma descarga de 80.000 volts de energia (Figura 7).

O exterior eletrizado da jaqueta é separado do forro por uma camada de borracha, para apenas o agressor levar o choque.

Nesta categoria temos também a invenção de cientistas noruegueses, que fabricaram um macacão para os pilotos de helicópteros e tripulação que lhes dá conforto térmico nas altas temperaturas da cabine e, em caso de queda no mar gelado, garante-lhes a sobrevivência.

¹³ <http://www.nike.com>

Figura 7 - No Contact



Fonte: <http://migre.me/6dlqT>

Pesquisadores da Universidade de Agricultura e Tecnologia de Tóquio (TAT), no Japão, desenvolveram um equipamento que se parece com a armadura do protagonista do filme Robocop (1987) e serve para ajudar os movimentos de idosos. O equipamento possui oito motores elétricos e reforça a estrutura e o movimento dos braços, das pernas e possui ainda sensores que conseguem detectar os movimentos com antecedência e responder comandos por meio de um sistema de reconhecimento de voz (Figura 8). Também alivia dores causadas pelas atividades físicas.

Figura 8 - Armadura Japonesa



Fonte: <http://migre.me/6dltB>

2.1.5 Moda

Hoje, para muitos, tecnologias vestíveis significam tecidos que não amassam, fáceis de limpar, que secam rápido, etc. Porém, o ramo da moda é o que mais traz novidades em tecnologias para o vestuário. Cibermoda (*ciber* + moda) ou *cyberfashion* são os termos que definem roupas tecnológicas que vão além de uma moda para pendurar acessórios tecnológicos (Ferreira, 2007, p. 5). A cibermoda faz parte da cultura contemporânea e a indústria têxtil investe milhões na criação de novos tecidos inteligentes. Por tecidos inteligentes entende-se desde tecidos com acabamentos anti-bactericidas, passando por roupas que mudam de temperatura até roupas que mudam de cor conforme o humor do usuário, todos mantendo a preocupação em desenvolver tecidos ecológicos, demonstrando que é possível produzir tecidos sem o uso de substâncias nocivas à saúde e que não agredam ao ambiente (Ferreira, 2007).

Hussein Chalayan¹⁴ é um designer de moda, famoso por suas criações envolvendo tecnologia. Criou vestidos que encurtavam, fechavam ou mudavam de forma sem que alguém mexesse (Figura 9), um vestido traçado por feixes de raio laser, uma malha “estampada” por LEDs, uma coleção que mostrava a influência do vento em tecidos fluidos que formam estacas horizontais e o vestido longo movido por controle remoto, além de muitos outros.

¹⁴ <http://www.husseinchalayan.com>

Figura 9 - Vestidos de Hussein Chalayan



Fonte: <http://www.fashionbubbles.com>

A estilista italiana Alice Ziccheddu criou a coleção *Living Clothes* (Figura 10), cujo resultado é a reprodução, no tecido, da geometria dos minerais rochosos. Uma das peças da coleção é uma jaqueta que possui sensores que reage às variações da luz ambiente e modifica sua forma no corpo de quem a veste.

Figura 10 - Living Clothes



Fonte: <http://www.fashionbubbles.com>

Sobre o futuro da moda, a professora de *Design* de Moda Patrícia da Fonseca afirma:

O futuro da moda aponta para dois caminhos nítidos: o uso de tecidos cada vez mais tecnológicos (...) e essa simbiose íntima usuário vestimenta, que leva a um futuro ainda não muito delineável, em que, talvez, a referência possível mais clara venha de um filme blockbuster de ficção (?) científica: a personagem Mystique, de X-Men, capaz de trocar de pele, corpo, textura, a seu bel-prazer. No futuro, talvez, sejamos todos mutantes, mas se o jogo da mudança eterna nos satisfará, não dá para responder ainda... (Fonseca, 2010, p. 21)

2.1.6 Entretenimento

Games e computação vestível são o principal exemplo do uso para entretenimento. Normalmente servem como interface entre usuário e jogo, como é o caso do colete criado pelo médico norte-americano Mark Ombrellaro (Figura 11), que oferece *feedback* de força¹⁵ a roupa, que é capaz de transmitir sensações físicas ao seu usuário. O traje promete revolucionar a interatividade de videogames, permitindo ao jogador sentir quando foi atingido por um tiro ou golpe quando ele estiver pilotando um carro ou um avião em simuladores ou jogos de corrida.

Figura 11 - Feedback de força



Fonte: <http://migre.me/6doGI>

¹⁵ Sistemas que permitem as sensações de pressão ou peso oferecem *feedback* de força.

Em se tratando de estética apenas, muitos artistas nos EUA já usam artifícios eletrônicos em suas roupas, como o cantor Kanye West e as cantoras Katy Perry (Figura 12) e Lady Gaga.

Figura 12 - Figurino tecnológico de Katy Perry



Fonte: <http://www.cutecircuit.com>

2.2 CORPO E TECNOLOGIA, UM BREVE HISTÓRICO

Diversas inovações, produtos e testes desenvolvidos (com sucesso ou não) ao longo da história contribuíram para o que hoje podemos chamar de computadores vestíveis. A seguir será apresentado, em ordem cronológica, diversos marcos na evolução dos computadores vestíveis, retirados de fontes diversas, como o site oficial do MIT *Wearable Computing Project*¹⁶, páginas pessoais de pesquisadores e inventores (conforme notas de rodapé), publicações sobre o assunto, livros, sites e filmes (conforme bibliografia).

¹⁶ <http://www.media.mit.edu/wearables/lizzy/timeline.html>

1268: Roger Bacon¹⁷ utiliza lentes para melhorar a visão¹⁸.

1508: Leonardo da Vinci propõe aplicar lentes corretivas diretamente na superfície do olho para melhorar a visão. Ideias similares surgiram de René Descartes em 1636, mas foi somente em 1887 que o fisiologista alemão Adolf Eugen Fick construiu as primeiras lentes de contato.

1665: Robert Hook¹⁹, em seu livro *Micrographia*, profetiza a utilização de objetos para ampliar sentidos humanos.

1907: O avião Santos Dumont, com ajuda de seu amigo Louis Cartier²⁰, criou o relógio de pulso, pois não tinha como ler a hora em pleno vôo em seu relógio de bolso.

1945: Vannevar Bush²¹ propõe a ideia de *memex*, uma máquina visionária para auxiliar a memória e guardar conhecimentos (daí o nome *Memex: Memory Extension*). É a primeira menção ao conceito de memória ampliada.

1959: NASA desenvolve trajes espaciais para o Programa *Mercury*²².

1960: Manfred Clynes²³ e Nathan Kline²⁴ utilizam pela primeira vez a palavra *cyborg*²⁵.

1960: Morton Heilig²⁶ patenteia uma televisão estereofônica com HMD, que foi seguido em 1962 pelo Sensorama²⁷. Este protótipo foi um dos primeiros ambientes multisensórios de simulação (o usuário passeava pelas ruas de Nova Iorque através de imagens em primeira pessoa e áudio estéreo). O sistema possuía um assento vibrante e dispositivos diversos que produziam, por exemplo, vento frio e geravam odores, tudo para tornar a experiência a mais realística possível.

¹⁷ Frade conhecido como *Doctor Mirabilis* (Doutor Admirável em latim), contribuiu em áreas importantes como: Mecânica, Filosofia, Geografia e principalmente a Óptica.

¹⁸ Os primeiros registros do uso de óculos estão em textos do filósofo chinês Confúcio datados de 500 a. C. Então, os óculos não tinham grau e eram usados como enfeite ou como forma de distinção social.

¹⁹ Cientista inglês, uma das figuras chave da revolução científica. Havia muita antipatia mútua entre Hooke e Isaac Newton.

²⁰ Joalheiro e relojoeiro que iniciou a Maison Cartier em 1847.

²¹ Engenheiro, inventor e político estadunidense, conhecido pelo seu papel político no desenvolvimento da bomba atômica.

²² Página da NASA sobre vestimentas espaciais: <http://www.nasa.gov/audience/forstudents/k-4/stories/history-of-spacesuits-k4.html>

²³ Cientista, inventor e músico. Criou estudos sobre sistemas biológicos e neurofisiologia.

²⁴ Psiquiatra americano.

²⁵ Artigo *Cyborgs & Spaces*: <http://pt.scribd.com/doc/2962194/Cyborgs-and-Space-Clynes-Kline> (1960).

²⁶ Considerado o pai da realidade virtual, era filósofo, inventor e cineasta.

²⁷ Uma das primeiras máquinas com tecnologia multisensorial imersiva. O Sensorama era capaz de exibir imagens em 3D Estereoscópico juntamente com som estéreo, inclinação do corpo e sensações de vento e aromas.

1966: O primeiro sistema considerado um computador vestível foi criado por Edward Thorp²⁸ e Claude Shannon²⁹ (MIT) em 1961, mas apenas mencionado pela primeira vez em 1966. Era um computador analógico - do tamanho de um maço de cigarros para prever roletas. O sistema tinha quatro pequenos botões e ficava escondido no sapato de um indivíduo, que os usava para indicar a velocidade da roleta. Daí, o computador enviava tons musicais via rádio para um alto-falante escondido na orelha de um apostador para indicar em que octeto apostar³⁰. Mais tarde eles formaram a empresa *Eudaemonic*.

1966: Ivan Sutherland³¹ cria o primeiro HMD auxiliado por computador. O *HMD* podia exibir imagens em estéreo, dando a ilusão de profundidade, além de poder acompanhar os movimentos da cabeça do usuário.

1967: Hubert Upton³² (Bell Helicopter) cria um óculos com tela para ajudar a leitura labial de deficientes auditivos. O sistema determinava o tipo de fonema da pessoa que estava falando e acendia o *LED* correspondente em um display fixado à frente de óculos comuns.

1967: A fabricante de helicópteros Bell desenvolve sistemas de realidade aumentada baseados em câmeras. O HMD movia-se conforme a cabeça dos pilotos e, acoplado ao dispositivo, havia uma câmera infravermelha que auxiliava nas operações noturnas.

1968: Douglas Engelbart³³, após ler o artigo de Vannevar Bush, *As We May Think* - que afirma que instrumentos baseados num computador poderiam aumentar o intelecto humano, melhorando a nossa capacidade total para enfrentar os problemas e objetivos - cria o *NLS (ON Line System)*, sistema computacional que, entre outras funções, incluía interfaces como o mouse.

1977: C.Collins³⁴ desenvolve uma câmara tátil, na forma de um casaco, para ajudar os deficientes visuais.

1977: HP lança o primeiro relógio-calculadora, o HP 01.

1979: A Sony cria o *walkman*, que possibilitava aos usuários movimentarem-se enquanto ouviam música.

²⁸ Professor de matemática americano e jogador de *blackjack*.

²⁹ Matemático norte-americano, engenheiro eletrônico e criptógrafo conhecido como o pai da teoria da informação.

³⁰ O livro *The Eudaemonic Pie*, de Thomas Bass, conta a história da trapaça.

³¹ Cientista da computação americano e pioneiro da Internet.

³² Cientista.

³³ Inventor americano.

³⁴ Membro do Smith-Kettlewell Institute of Visual Sciences.

1981: Steve Mann³⁵ cria um computador, montado em uma mochila, para controlar o flash dos sistemas fotográficos.

1982: A empresa Seiko desenvolve a primeira televisão de pulso.

1984: William Gibson³⁶ escreve *Neuromancer*, fundando o subgênero da FC *cyberpunk*, que fala sobre um futuro no qual os humanos têm suas funções ampliadas por implantes computacionais.

1987: O filme “Exterminador do Futuro” é lançado.

1989: A empresa *Reflection Technology* cria o *Private Eye* (P4), um *HMD* monocromático.

1990: A empresa Olivetti desenvolve um sistema ativo de insígnias, usando sinais infravermelhos para comunicar a localização das pessoas. Isto permitia o rastreamento da posição de uma pessoa e seu registro em uma base de dados central.

1991: Doug Platt³⁷ propõe um computador, do tamanho da caixa de um sapato, para ser acoplado a cintura.

1991: Estudantes da Carnegie Mellon criam o *VuMan 1*, computador vestível para visualização e movimentação em planta baixa de uma casa. O equipamento era uma *HMD* com três botões de entrada para movimentação.

1991: Mark Weiser³⁸ propõe a ideia de computação ubíqua.

1993: Thad Starner³⁹ começa a utilizar frequentemente seu computador vestível, baseado no modelo de Doug Platt. O *Lizzy*⁴⁰ não tinha um objetivo específico.

1993: BBN finaliza o *Pathfinder*, computador vestível com GPS e sistema de detecção de radiação.

1994: Mik Lamming⁴¹ e Mike Flynn⁴² desenvolveram um sistema pessoal de gravação batizado como *Forget-Me-Not*. O dispositivo era usável no corpo e gravaria as interações entre pessoas e dispositivos, guardando essa informação em uma base de dados para consultas posteriores.

³⁵ Professor do Department of Electrical and Computer Engineering da University of Toronto.

³⁶ Escritor.

³⁷ Inventor.

³⁸ Foi um cientista-chefe da Xerox PARC nos Estados Unidos.

³⁹ Fundador e diretor da Contextual Computing Group na Georgia Tech's College of Computing.

⁴⁰ <http://www.media.mit.edu/Wearables/lizzy/lizzy/index.html>

⁴¹ Pesquisador e inventor.

⁴² Inventor.

1994: Edgar Matias⁴³ e Mike Ruicci⁴⁴ construíram um sistema para uso em uma só mão, atados aos antebraços do operador. Um texto poderia ser elaborado aproximando os pulsos e digitando, o projeto foi chamado de “*Half Keyboard*”.

1994: A DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) inicia o Programa de Módulos Inteligentes, desenvolvendo produtos como computadores, rádios, sistemas de navegação, interfaces humano-computadores, etc., para uso comercial e para o exército.

1994: Steve Mann desenvolve o *Wearable Wireless Webcam*, que transmitia imagens de uma câmara fotográfica para a Internet. As imagens eram transmitidas ponto-a-ponto, da câmara para uma estação, via frequência de televisão. Elas eram processadas pela estação base e exibidas em uma página da web, quase em tempo real.

1995: A empresa *Widex* foi à primeira empresa no mundo a lançar um aparelho auditivo completamente digital.

1996: DARPA patrocina o seminário *Wearables in 2005*. No mesmo ano, a Boeing organizou a conferência *Wearables*, com o mesmo objetivo.

1997: A *Creapole École de Création et de Design* e o cientista do MIT, Alex Pentland, produziram, em Paris, uma Mostra de Moda de Roupas Inteligentes (*Smart Clothes Fashion Show*).

1997: O Instituto de Tecnologia da Geórgia desenvolve o *Sensate Liner*, um sistema vestível – uma camiseta que monitora e envia os sinais vitais de soldados americanos, a fim de saber se o soldado foi atingido ou não.

1997: Acontece o Primeiro Simpósio Internacional de Computadores “Vestíveis” (*ISWC 1997- First International Symposium on Wearable Computers*), organizado pelo IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.*) e patrocinado pelas instituições CMU (*Central Michigan University*), MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) e Geórgia Tech (*Georgia Institute of Technology*). O simpósio versou sobre temas acadêmicos, com textos publicados sobre variados assuntos, desde sensores até as novas aplicações para os computadores de vestir.

⁴³ Presidente da Matias Corporation, empresa de computação.

⁴⁴ Pesquisador da *UofT's Computer Systems Research Institute* e da *Tim Emmerich of Hewlett-Packard*.

2012: *Google* anuncia que os primeiros modelos dos seus óculos inteligentes (*Google Glass*⁴⁵) serão lançados em 2013 e que desenvolvedores já podem fazer o pedido do dispositivo por US\$ 1,5 mil.

O conceito de uma mistura "homem-máquina" foi difundido principalmente a partir da década de 1960. No artigo *Cyborgs and Space*, de autoria de Manfred Clynes e co-autoria de Nathan Kline, publicada na revista *Astronautics*⁴⁶, utilizou-se a palavra *cyborg* (união das palavras *cybernetic* e *organism*, no Brasil a palavra foi aportuguesada para ciborgue) para descrever um humano que incorporava a seu corpo componentes (externos) para ampliar funções humanas e melhorar sua vida, possuindo partes orgânicas e inorgânicas. Eles queriam aplicar essa teoria aos astronautas – era época da corrida espacial/Guerra Fria – de modo que pudessem adaptar-se ao espaço, ficando livres para “explorar, criar, pensar e sentir” ao invés de serem obrigados a, “além de pilotar suas naves”, manterem-se “continuamente checando coisas e fazendo ajustes com o objetivo meramente de manterem-se vivos”.

Sobre o imaginário da sociedade a respeito de corpos tecnológicos, o antropólogo Stéphane Rémy Malyse afirma que

A ficção científica sempre esteve muito interessada nas consequências que as novas tecnologias poderiam ter sobre o corpo; do cinema à literatura, muitos foram os romancistas que entenderam que, no futuro, o homem iria querer mudar sua condição corporal e que a noção de corpo se constitui como uma grande musa da imaginação futurista. (Malyse, 2000, p. 273).

A figura do não-humano aparece como figura recorrente no *cyberpunk*⁴⁷, através de seus implantes, modificações e extensões (Amaral, 2006). Roupas tecnológicas complementam essa estética. No livro “*Neuromancer*” (publicado no Brasil em 1991), de William Gibson - que inspirou a trilogia dos filmes “*Matrix*” (1999, 2003, 2003) -, a personagem Molly, além de ter sido tecnologicamente modificada - com a implantação de armamento - veste-se de um material opaco que parece absorver a luz (Fernandes, 2006), pois assim ela ficava “invisível”. No filme “*Minority Report*” (2002) - inspirado no conto homônimo de Philip K. Dick – John Anderton, o personagem principal, utiliza luvas para interagir com o conteúdo digital de um

⁴⁵ <https://plus.google.com/111626127367496192147/posts>

⁴⁶ <http://web.mit.edu/digitalapollo/Documents/Chapter1/cyborgs.pdf>

⁴⁷ Subgênero da literatura de FC, seu nome vêm da junção de cibernética + *punk*. Une altas tecnologias e caos urbano. Na literatura ver *Neuromancer* (Gibson), no cinema *Blade Runner* (1982), nos *games* *Final Fantasy VII* e na música *Kraftwerk*.

computador. Todos os personagens dos filmes “*Tron*” (1982)” e “*Tron – O Legado*” (2010) usam roupas brilhantes, com características esportivas *hi-tech*, conceitos futuristas de militarismo e alta costura, representando o que seria a vestimenta comum no futuro.

Em se tratando de próteses e implantes, inúmeras vezes *cyborgs* e andróides⁴⁸ foram protagonistas de conteúdo de FC, mostrando um grande interesse por parte dos seres humanos em visualizarem seres híbridos.

Em cinema e televisão podemos citar o filme “*Robocop*” (1987), onde o personagem principal é um policial que, após ser morto, é reconstruído em um corpo mecânico; a hexalogia “*Star Wars*” (1977, 1980, 1983, 1999, 2002, 2005) onde Anakin e Luke Skywalker têm suas mãos decepadas e substituídas por mecânicas e, em outra ocasião, Anakin (após virar *Darth Vader*), é queimado e recebe uma armadura que dá suporte a sua vida; “*O Exterminador do Futuro*” (1984), onde o personagem-título é um ciborgue por ser revestido de tecidos vivos (pele); “*Inspetor Bugiganga*” (1983), animação sobre um policial ciborgue atrapalhado e o filme “*Eu, Robô*” (2004), em que o protagonista detetive Del Spooner tem um braço e um pulmão robóticos.

Em *games*, o mais comum é existirem personagens híbridos, como é o caso de “*Bioshock*” (2006), “*Mortal Kombat*” (1992) e “*Metal Gear*” (1987).

André Lemos⁴⁹ (2005) afirma que os protagonistas de histórias *cyberpunk* são anti-heróis que transitam com implantes por cenários físicos (Figura 13) e que palavras dessa cultura, tais como “internet, ciberespaço, vírus, *hacking*, megacorporações, tribos de ciberrebeldes⁵⁰ e ativistas; todos os elementos da FC estão entre nós”, nos dias de hoje.

⁴⁸ Por seu uso em várias obras de FC, o termo passou a ser usado mais especificamente para descrever robôs com aparência humana.

⁴⁹ Professor e pesquisador brasileiro.

⁵⁰ Artigo Ciber Rebeldes disponível em <http://www.academia.edu/1771463/Ciber-rebeldes>

Figura 13 - Ficção e Imaginário Popular



Fonte: O autor (2012)

2.2.1 Máquinas Inteligentes

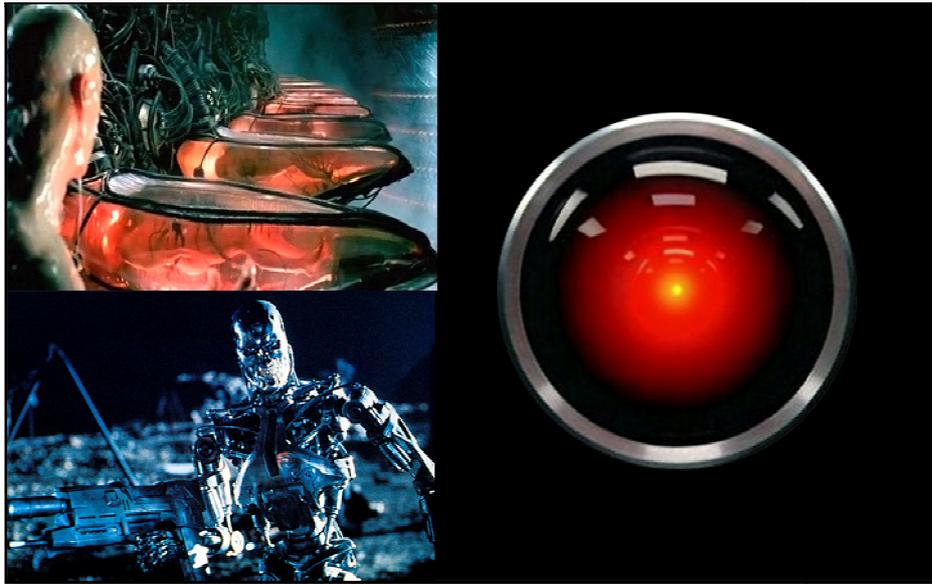
Recentemente, apenas em FC era possível visualizar máquinas e robôs possuindo emoções. Ter ou não emoções diferenciavam os homens das máquinas. O russo Isaac Asimov é autor de histórias de sucesso como “O Homem Bicentenário” (adaptado para o cinema em 1999) e “Eu, Robô” (também adaptado para o cinema, em 2004). Outra história que caiu nas graças do público foi “AI: Inteligência Artificial” (2001), dirigido por Steven Spielberg. Nestas três histórias, os andróides protagonistas possuem emoções humanas, ficando difícil distinguir quem é máquina e quem é humano (Figura 14).

Outros exemplos mostram a humanidade sendo dominada por máquinas que, embora pensem como seres humanos, são indiferentes a vidas de carne e osso, como é o caso de “2001: Uma Odisséia no Espaço” (1968), dirigido por Stanley Kubrick, trilogia “*Matrix*” (1999, 2003, 2003) de Andy e Larry Wachowski, e a “Exterminador do Futuro” (1984), dirigido por James Cameron. Outro clássico “*Blade Runner - O Caçador de Andróides*” (1982), de Ridley Scott, (inspirado no conto de do *androids dream of electric sheeps?*, de Philip Kindred Dick), mostra uma

sociedade onde máquinas quase humanas lutam pelo seu direito de continuar existindo.

Todos os exemplos citados apresentam máquinas (andróides ou não) possuindo inteligência artificial, que é um ramo da ciência da computação dedicada a criar dispositivos que simulem capacidades humanas (como raciocínio, percepção, tomada de decisão e resolução de problemas).

Figura 14 - Máquinas Subjugando a Humanidade



Fonte: O autor (2012)

2.3 DESAFIOS

Como em toda pesquisa/produto, a computação vestível enfrenta alguns desafios para a sua popularização, tais como:

- medidas de tamanho: deve ser pequeno e leve o suficiente para o usuário conseguir portá-lo confortavelmente;
- armazenamento e processamento: devido ao pequeno tamanho que as aplicações vestíveis devem ter, o armazenamento e o processamento nesses dispositivos são bem reduzidos;
- conectividade: a capacidade de se conectar fica limitada graças ao tamanho reduzido dos dispositivos, pois, por exemplo, não é possível instalar neles antenas de longo alcance, e cabeamento está fora de questão por limitar os movimentos do usuário;

- energia: baterias também devem ser pequenas e leves nessas aplicações e, portanto, não duram muito, causando o incômodo de precisarem ser recarregadas frequentemente. Existem estudos de uso de energias alternativas, como a solar ou utilização do próprio corpo para gerar energia;
- interação Humano-Computador: na maioria das vezes não é possível utilizar dispositivos de entrada (como teclado e mouse) devido à limitação de movimentos para o usuário. Devem ser usadas formas diferentes de interação (ex.: reconhecimento de voz, movimento, *touchscreen*, vibrações, etc).

Joanna Berzowska é artista e coordenadora do grupo de pesquisa *Xs Labs*⁵¹, do Canadá. Em 2010 ela esteve no Brasil, palestrando sobre computadores vestíveis na Universidade Anhembi Morumbi, onde falou da problemática das roupas tecnológicas. Ela afirma que:

Em dois anos de pesquisa, eu ainda não consegui encontrar uma fibra que se ilumine e não pareça um gadget. Tudo que a gente fez ainda está nesse nível, é difícil criar algo mais sofisticado, que não seja “olha, ele acende! Olha, agora não acende mais”. E não é só por causa do design, mas da aceitação cultural da luz. Nós vemos a luz como algo funcional, que seja sinal de perigo ou de atenção; eletronicamente, significa que algo funciona ou não funciona; ou é empregada em performances, danças etc. Eu acho que ainda não desenvolvemos um vocabulário para o uso da luz como temos para as cores, materiais ou formas. Então, ainda não sabemos o que fazer com ela. Quando criamos algo que acende, ainda parece um gadget. Mas, acho que, quanto mais tivermos esses novos tecidos e tecnologias, mais seremos capazes de desenvolver um vocabulário mais complexo sobre o uso de luz na moda.

Há tantas dificuldades... tanto legais quanto técnicas e de produção. Mas uma dificuldade central que não aparece muito em discussões sobre o assunto é exatamente o design. É difícil surgirem opções interessantes de estilo para as peças. E o mundo da moda não está de fato interessado em alta tecnologia ainda. Moda trata do efêmero, de materiais nobres, e não luzes e artefatos eletrônicos. É quase como se essas duas filosofias fossem uma contra a outra. Então, como fazer um bom design com esses materiais? Ainda somos estudantes primários nessa área, fazendo as coisas óbvias e básicas. Todo mundo pensa em peças semelhantes, roupas que piscam quando a gente as abraça, projetos ainda muito incipientes. Ainda precisamos errar muito nos artefatos para a expertise de estilo surgir. (*apud* Blog Estadão, 2012)

Logo, as vestimentas afetivas têm um longo caminho a percorrer até se tornarem comercializáveis para o grande público, já que o foco para o consumidor final deverá ser a comunicação e o entretenimento.

⁵¹ <http://www.xslabs.net/intro.html>

Segundo Patrick Moorhead, presidente da consultoria *Moor Insights and Strategy*⁵², “os vestíveis serão populares entre sete e dez anos”, pois “será quando as pessoas que podem pagar por eletrônicos básicos poderão comprar vestíveis.” E complementa afirmando que “vestíveis são o último passo antes de computadores implantados, que atualmente têm difícil aceitação” (*apud* Romani, 2012).

Segundo Sarah Rotman Epps, analista da consultoria *Forrester*, em seu relatório *Wearable Devices: The Next Battleground For The Platform Wars*⁵³, “para virarem produtos de massa, os vestíveis terão que receber apoio dos cinco gigantes do mundo tecnológico atual: Amazon, Apple, Facebook, Google e Microsoft.” Ainda, a analista espera que “em três anos os vestíveis se tornem importantes para o mercado. Entre as áreas que deverão sofrer uma revolução por conta da categoria estão indústria de roupas e acessórios, software, mídia, comércio eletrônico e games” (*apud* Romani, 2012).

2.4 ARTISTAS

Steve Mann é popularmente considerado o inventor do computador vestível. Atualmente é professor do Departamento de Engenharia da Computação da Universidade de Toronto e trabalha, desde os anos 1970, no aperfeiçoamento das interfaces de seu computador vestível. Ele levou suas idéias para o MIT em 1991, e lançou a semente pioneira do *MIT Wearable Computing Project*⁵⁴, onde recebeu o seu PHD em 1997. Dr. Mann é uma das figuras mais importantes da área da computação vestível. A figura 15 representa a evolução de sua principal criação, o *Eye-Tap*, é um óculos que têm uma das lentes transformada em câmera digital. A lente direita é um captador de imagens digital do lado de dentro (Figura 16) e uma tela de Windows⁵⁵ (do lado de fora), que ele maneja com um mouse sem fio instalado no bolso (Dávila, 2012). Através disso, envia tudo o que vê para o seu site oficial⁵⁶.

⁵² <http://www.moorinsightsstrategy.com/>

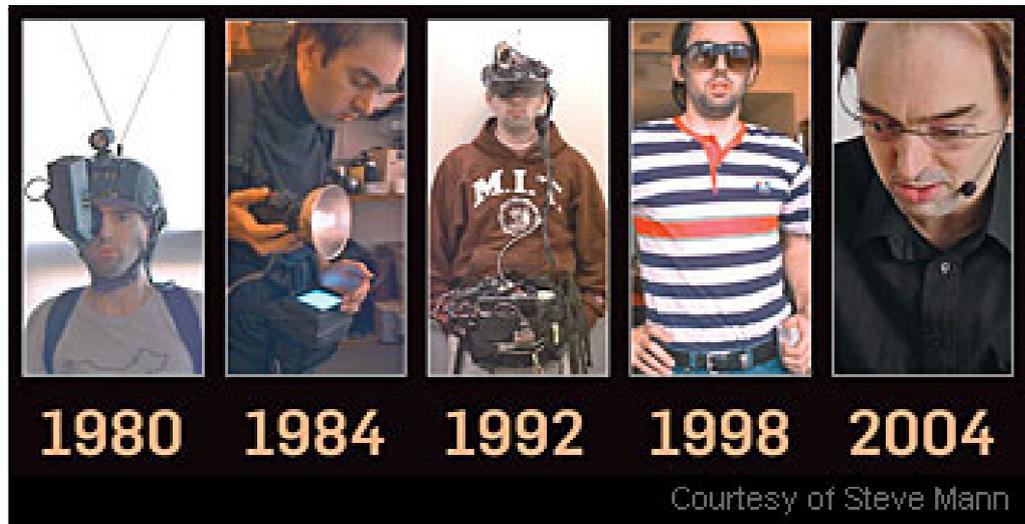
⁵³ http://blogs.forrester.com/sarah_rotman_epps/12-04-17-wearable_devices_the_next_battleground_for_the_platform_wars

⁵⁴ <http://www.media.mit.edu/Wearables/>

⁵⁵ Sistema operacional da *Microsoft*.

⁵⁶ <http://wearcam.org/steve.html>

Figura 15 - Evolução dos Computadores Vestíveis de Mann



Fonte: <http://migre.me/6dp4W>

Figura 16 - Detalhe da última criação de Mann

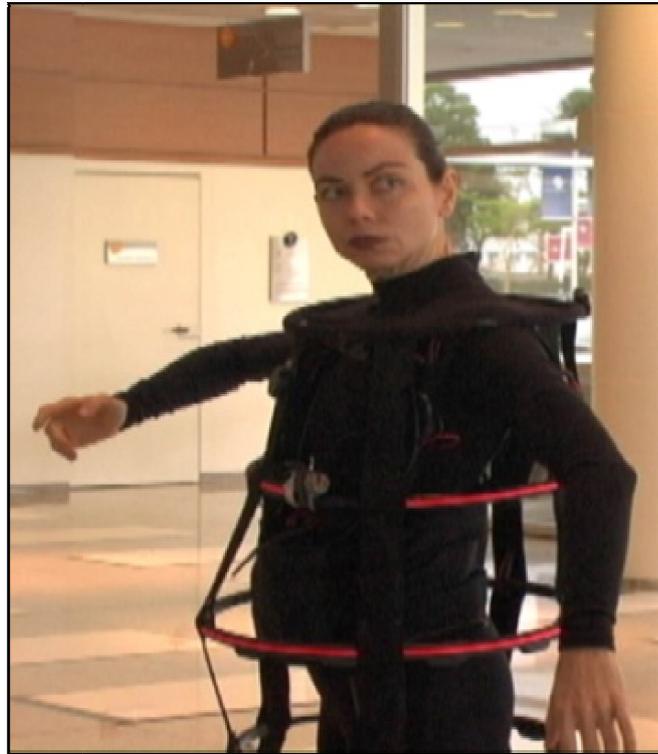


Fonte: <http://migre.me/6dp6T>

Luisa Paraguai Donati⁵⁷ pesquisadora e artista brasileira da área de computação vestível criou a obra *Vestis – Corpos Afetivos* (2004), um computador vestível que procura formalizar visualmente as constantes reconstruções do corpo, através da modificação da veste (Figura 17). O usuário, ao vestir a peça, tem sua presença captada por sensores e sua movimentação causará uma modificação na veste – esta pode se expandir e contrair. É uma das poucas estudiosas do assunto no Brasil.

⁵⁷ <http://luisaparaguai.art.br/>

Figura 17 -Vestis



Fonte: <http://migre.me/6dpcC>

Rachel Zuanon⁵⁸ é pesquisadora, docente e artista midiática brasileira. Criou o computador vestível *BioBodyGame*, que permite ao usuário jogar games utilizando seus sinais neurofisiológicos (Figura 18). A interface (computador vestível + *game*) reage à emoção do usuário no momento da sua interação. Criou também o *NeuroBodyGame* que consiste em uma instalação interativa com um computador vestível que permite ao usuário jogar *games* com os seus sinais cerebrais. Trata-se de uma interface *wireless* para a interação do cérebro com jogos embarcados no sistema. Ambos os jogos e o computador vestível reagem à atividade cerebral do usuário no momento da interação. *NeuroBodyGame* é um desdobramento da obra *BioBodyGame* (Zuanon, 2012).

⁵⁸ <http://www.rachelzuanon.com>

Figura 18 - BioBodyGame



Fonte: <http://migre.me/6dpeL>

Stelarc⁵⁹, pseudônimo do australiano Stelios Arcadiou, é um artista de *body art* cibernética, cujas obras concentram-se no futurismo e na extensão das capacidades do corpo humano. Corpo, para ele, é um tipo de arquitetura biológica em evolução.

O artista explora a noção de corpo e a sua relação com a tecnologia por meio de “máquinas de interfaces humanas que incorporam imagens médicas, próteses, robôs, sistemas de realidade virtual e internet” (STELARC, 2012). Famoso por suas performances que envolvem robótica e suspensões (PIRES, 2005) criou, em 1998, o *Exoeskeleton* – uma máquina pneumática (que pode ser chamada de exoesqueleto), que lhe permitia andar por meio de movimentos de seus braços. Alguns de seus trabalhos (ele explora a bioarte⁶⁰) mais conhecidos são *Third Hand* (1976) (Figura 19), *Virtual Arm* (1992), *Virtual Body* (1994), *Stomach Sculpture* (1993) e *The Extra Ear* (2007).

Polêmico, afirma que o corpo é obsoleto. Segundo ele, o corpo biológico não tem conseguido acompanhar os avanços da tecnologia:

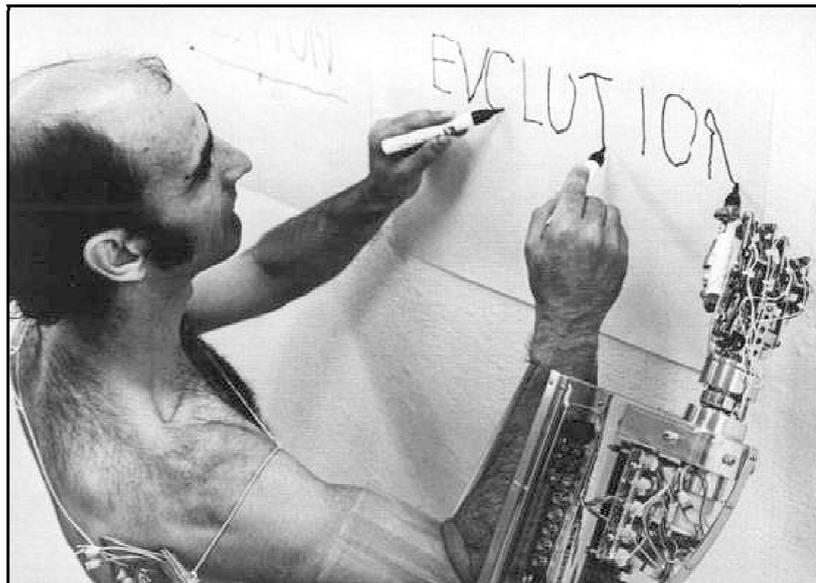
⁵⁹ http://stelarc.org/_swf

⁶⁰ Arte inspirada na biologia.

O homem fabricou um meio ambiente constituído de dados que são totalmente estranhos a sua experiência subjetiva. Nós construímos um mundo de máquinas precisas, possantes e rápidas, onde a sua eficácia transpassa em muito o nosso corpo. Nós temos computadores capazes de ganhar de um campeão de xadrez. Nosso corpo se encontra prisioneiro, num mundo ao qual ele não está adaptado biologicamente. É por essa razão, que eu considero que o corpo se transformou em obsoleto. Isso não significa que eu seja “contra” o corpo. A verdadeira questão é: Nós aceitaremos esses limites da evolução que são o nascimento e a morte? Nós podemos modificar o corpo, geneticamente de uma parte, mas podemos também, adicionar componentes tecnológicos. A idéia do ciborgue já é realidade há um bom tempo, se falarmos no sentido médico. (2012).

Stelarc não cria computadores vestíveis, mas é importante citá-lo devido a sua importância e contribuição para o tema corpo x tecnologia. Implantes são o passo além da computação vestível: é quando a tecnologia está na própria carne humana, assumindo funções vitais, como se o corpo humano pudesse ter partes substituídas por peças melhores, driblando, assim, a morte.

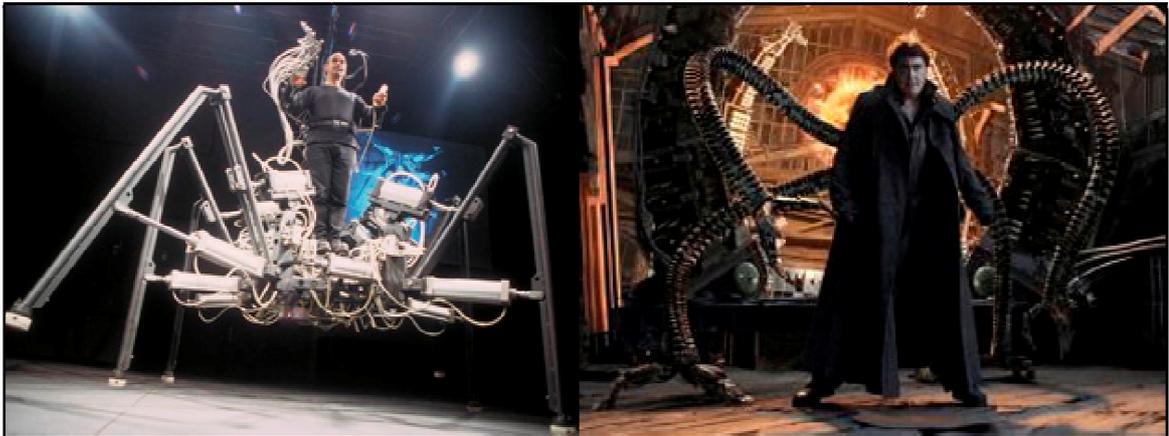
Figura 19 - Third Hand



Fonte: <http://migre.me/6dphs>

Na revista em quadrinhos “Homem Aranha” de julho de 1963 e no filme “Homem Aranha 2” (2004) pode ser feita uma analogia da obra *Exoesqueleto* de Stelarc com o vilão Dr. Octopus (Figura 20). Devido à exposição à radiação atômica, o Dr. Octopus tem a habilidade mental de controlar o equipamento, que é preso por um cabo de aço que abrange a parte inferior de seu tronco.

Figura 20 - Dr. Stelarc e Dr. Octopus



Fonte: O autor (2012)

Eduardo Kac⁶¹ é um artista brasileiro radicado nos Estados Unidos, pioneiro na arte digital e transgênica⁶² que criou a obra *Time Capsule*: em seu calcanhar esquerdo foi implantado um chip usado para identificar animais domésticos perdidos – o local do implante é simbólico, pois era no tornozelo onde os escravos eram algemados (Figura 21). O artista afirma que "a tecnologia pode ser tanto libertadora quanto controladora" (Kac, 2012).

Figura 21 - Implante de Eduardo Kac



Fonte: <http://migre.me/6dppq>

⁶¹ <http://www.ekac.org/>

⁶² Arte que é criada a partir da engenharia genética.

2.5 EMPRESAS E MERCADO

Hoje em dia não é mais raro encontrarmos computadores vestíveis no mercado. Ainda que em pequena quantidade e representando pouquíssimo no total de vendas de suas empresas, já podemos encontrar alguns produtos. A *Philips*⁶³ possui uma linha de pesquisa chamada *Design Probe*⁶⁴ - que segue a premissa de projeção artística e futurista do *lifestyle* do ano de 2020 – e dentro disso projetou computadores vestíveis. Seus principais produtos deste segmento são os *Skin Dresses*, onde vestidos confeccionados com nanotecnologia⁶⁵ permitem identificar estados emocionais de quem as veste, por meio de mudança de cor.

A *Philips* também criou a tecnologia *Lumalive* que foca na criação de roupas iluminadas (Figura 22). A tecnologia integra os *LEDS* nas fibras do tecido, que é macio e pode ser lavado. Com a tecnologia é possível mostrar mensagens, gráficos e o que quiser na superfície da veste.

Figura 22 - Lumalive



Fonte: <http://migre.me/6dpqL>

⁶³ <http://www.philips.com.br/>

⁶⁴ Disponível em <http://www.design.philips.com/probes/index.page>

⁶⁵ É o estudo de manipulação da matéria numa escala atômica e molecular.

A empresa francesa *Lumigram*⁶⁶ criou uma coleção de roupas, bolsas e outros objetos a partir de tecidos com fibras sintéticas e fibras ópticas que ativadas, exibem um efeito luminoso (Figura 23). A empresa também comercializa, em seu site oficial, o tecido inteligente em rolo, para criação de peças.

Figura 23 - Lumigram



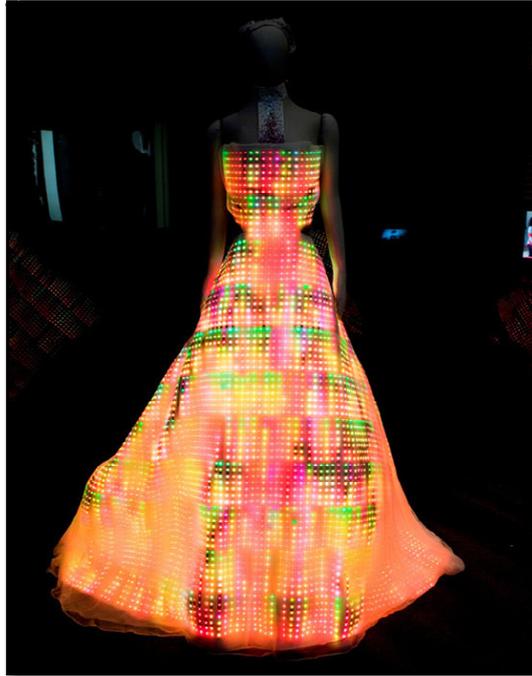
Fonte: <http://www.lumigram.com/>

A dupla de designers londrinos Francesca Rosella e Ryan Gens são os fundadores da *CuteCircuit*⁶⁷, grife especializada em *wearable* que elabora, desenha e confecciona vestidos altamente tecnológicos. O vestido *Galaxy* (Figura 24) foi vencedor do *Inventions of 2006*, pela revista *Time* e é um exemplo da fusão de moda e tecnologia. É feito de seda, bordado a mão com 24.000 *LEDs* coloridos, 4.000 cristais *Swarovski* que trabalham juntos para criar um show de luzes. Os *LEDs* acendem, utilizando várias baterias de *iPod*, e podem durar entre 30 minutos e 1 hora.

⁶⁶ <http://www.lumigram.com>

⁶⁷ www.cutecircuit.com

Figura 24 - Galaxy



Fonte: <http://www.cutecircuit.com>

A Honda⁶⁸ foca no desenvolvimento de próteses e exoesqueletos. A maioria dos exoesqueletos em desenvolvimento tem por objetivo aumentar significativamente a força do ser humano. A empresa adotou um enfoque diferente, apostando na necessidade de um aparato minimalista para ser acoplado ao corpo. O “*experimental walking assist device*” (aparelho experimental de auxílio à caminhada) possui pernas mecânicas com o objetivo de ajudar pessoas que conseguem andar, mas tem algum tipo de deficiência ou dificuldade em suportar seu próprio peso (Figura 25). A invenção pode também aliviar a carga das pernas de verdade em atividades desgastantes e carregamento de peso (HONDA, 2012).

Figura 25 - Exoesqueleto Honda



Fonte: <http://www.honda.com>

⁶⁸ <http://www.honda.com>

3 AFETIVIDADE

Segundo o Dicionário de Grafologia e Termos Psicológicos Afins, afetividade é definida por:

Toda a série de experiências ou conteúdos emocionais que são base da nossa vida psíquica. Compreende toda a gama de emoções e sentimentos de prazer e desprazer, de alegria e dor. É o nosso modo de reagir aos acontecimentos internos e externos, independente da vontade e da razão. A afetividade é o que dá expressão, calor, sabor e vida a nossos atos e a nossos pensamentos. É o impulso que nos inclina a amizade, ao amor, a confraternização, a formar equipes com os outros ou a tomar posições aloclétricas ou egocêntricas. De seu poder energético depende o poder dinâmico das necessidades, desejos, tensões, interesses e paixões. (Vels, 2011, p. 225)

O psicólogo Henri Wallon⁶⁹ (1979) mostra que a afetividade é expressa de três maneiras: por meio da emoção, do sentimento e da paixão. A emoção, segundo Wallon, é a primeira expressão da afetividade. O sentimento, por sua vez, já tem um caráter mais cognitivo. Ele é a representação da sensação e surge nos momentos em que a pessoa já consegue falar sobre o que lhe afeta - ao comentar um momento de tristeza, por exemplo. Já a paixão tem como característica o autocontrole em função de um objetivo. Ela se manifesta quando o indivíduo domina o medo, por exemplo, para sair de uma situação de perigo.

Relações afetivas são enfocadas sob óticas psicanalíticas⁷⁰ e piagetianas⁷¹, demonstrando que a afetividade se encontra muito presente quando se fala em desenvolvimento emocional e cognitivo.

Sob a ótica psicanalítica, a afetividade é vista como um processo em que alguém, investido de amor, constrói o seu eu, e descobre o prazer e o desejo de aprender. Já sob uma ótica piagetiana, ela aparece como um aspecto necessário, complementar e indissociável no desenvolvimento intelectual do ser humano.

O afeto desempenha um papel essencial no funcionamento da inteligência, pois segundo Piaget⁷²:

⁶⁹ Filósofo, médico, psicólogo e político francês.

⁷⁰ Sob a abordagem psicanalítica, a afetividade é vista como um processo em que alguém investido de amor, constrói o seu eu, e descobre o prazer e o desejo de aprender.

⁷¹ Sob a ótica piagetiana, a afetividade aparece como um aspecto necessário, complementar e indissociável no desenvolvimento intelectual do ser humano.

⁷² Sir Jean William Fritz Piaget foi um epistemólogo suíço, considerado o um dos mais importantes pensadores do século XX. Defendeu uma abordagem interdisciplinar para a investigação epistemológica e fundou a Epistemologia Genética, teoria do conhecimento com base no estudo da gênese psicológica do pensamento humano.

Vida afetiva e vida cognitiva são inseparáveis, embora distintas. E são inseparáveis porque todo intercâmbio com o meio pressupõe ao mesmo tempo estruturação e valorização... Assim é que não se poderia raciocinar, inclusive em matemática, sem vivenciar certos sentimentos, e que, por outro lado, não existem afeições sem um mínimo de compreensão... O ato de inteligência pressupõe, pois, uma regulação energética interna (interesse, esforço, facilidade). (Piaget, 1977, p. 16)

Afetividade e inteligência são assim, indissociáveis e constituem os dois aspectos complementares de toda a conduta humana.

3.1 MÁQUINAS PENSANTES

Em 1950, Alan Turing, um cientista britânico especializado em computação, publicou o artigo *Computing Machine and Intelligence*⁷³ na revista filosófica *Mind* para saber se uma máquina podia ou não pensar. Neste artigo, *Turing* apresentou, pela primeira vez, um teste que hoje é conhecido por Teste de *Turing*: uma máquina inteligente seria aquela que conseguisse manter um diálogo com um humano, estando homem e máquina em quartos separados, conversando através de um teclado, e ela não se permitisse ser identificada como máquina (Brandão, 2008, pg. 2).

Na partida final de uma série de seis jogos de xadrez realizada em 17 de fevereiro de 1996 (Figura 26), o campeão mundial, o russo Garry Kasparov, triunfa sobre o *DeepBlue*, o computador da *IBM*⁷⁴ programado para jogar xadrez (*software* com 256 co-processadores, capazes de analisar aproximadamente 200 milhões de posições por segundo). Apesar dessa vitória – o *DeepBlue* o derrotaria depois numa revanche no ano seguinte - esse fato foi um marco na história, pois foi a primeira vez que uma batalha entre homem e máquina foi amplamente divulgada em nível mundial.

Em um artigo escrito logo após a vitória de Kasparov, intitulado "*DeepBlue* ou a melancolia do computador", o filósofo francês Jean Baudrillard fala sobre nossos sentimentos ao criar um computador com a possibilidade de derrotar a nós mesmos.

O homem, ao mesmo tempo em que sonha com todas as suas forças em inventar uma máquina mais forte do que ele mesmo, não pode admitir a possibilidade de não ser o mestre de suas criaturas. Tanto quanto Deus. Poderia Deus ter sonhado em criar o homem superior ao criador e em

⁷³ <http://www.loebner.net/Prizef/TuringArticle.html>

⁷⁴ <http://www.ibm.com>

enfrentá-lo num combate decisivo? É o que, contudo, fazemos com nossas criaturas cibernéticas, às quais oferecemos a oportunidade de nos derrotar. (Baudrillard, 1997, p. 134)

A possibilidade de uma máquina pensar e, assim, tomar decisões nos assusta, pois, baseados nos exemplos criados pela FC já citados anteriormente, imaginamos máquinas nos destruindo e assumindo o nosso lugar.

Figura 26 - Kasparov e DeepBlue



Fonte: <http://migre.me/6dpGr>

A afetividade e o relacionamento homem-máquina sempre foi algo intrigante. Marvin Minsky, pesquisador do MIT, é respeitado como um dos mais eminentes escritores da Ciência da Computação, particularmente em Inteligência Artificial. A respeito de emoções e máquinas, afirma:

Emoção é somente uma forma diferente de pensar. Pode usar algumas das funções corporais, tais como quando nos preparamos para fugir (o coração bate mais rápido, etc). Emoções têm um valor de sobrevivência, ou seja, ele nos ajuda a nos comportarmos mais eficientemente em algumas situações. Nesse sentido, os animais têm emoções melhores, mais fortes e mais rápidas do que nós. Entretanto, computadores verdadeiramente inteligentes terão que ter emoções. Isto não é impossível ou mesmo difícil de alcançar. Uma vez que entendamos a relação entre pensamentos, emoção e memória, será fácil implementar estas funções no software. Freud foi um dos primeiros cientistas computacionais, porque ele estudou a importância da memória. Ele foi também pioneiro em propor o papel das emoções na personalidade e no comportamento. Isto é novidade porque todo mundo ouviu somente suas ideias sobre sexo. De acordo com Freud, a mente é organizada como um sanduíche. Ela é feita de três camadas: o superego, que nos dá a auto-imagem, as nossas ligações com outras pessoas, etc., e que aprende os valores e ideias sociais, proibições e tabus, os quais são aprendidos principalmente com nossos pais. Abaixo dele existe o ego, que media a resolução de conflitos, e conecta as entradas sensoriais e a

expressão motora. Debaixo do ego encontramos o id, que é responsável pelo nosso sistema inato de motivações (pulsões), as nossas necessidades básicas, tais como fome, sede, sexo, etc. Este poderia ser um bom modelo para um programa de computador que fosse capaz de ter personalidade, conhecimento e emoções, percepção social, restrições morais, etc. (apud Sabbatini, 2012)

Já para Victoria Groom, estudiosa de robótica da Universidade de Stanford, em entrevista para a Revista Galileu⁷⁵, os computadores já se tornam extensões da nossa mente: “podemos não estar substituindo nossos olhos por câmeras, mas estamos transferindo grande parte do nosso pensamento para as máquinas” e complementa que, para máquinas, possuir linguagem, “precisarão ter habilidades sociais, entender o contexto de uma conversa, ler a linguagem corporal, lembrar das histórias e compreender as dinâmicas de poder. Não basta saber a definição de cada palavra”. E conclui afirmando que precisaremos de décadas até que “tenhamos robôs concluindo tarefas complexas em ambientes não estruturados, como servir de empregada doméstica em uma casa de família”.

Portanto, máquinas que pensam podem nos ajudar de inúmeras formas e, se são afetivas, possuem ainda mais funções para nos beneficiar, porém levará certo tempo até estarem inseridas em nosso cotidiano.

3.2 COMPUTAÇÃO AFETIVA OU COMPUTAÇÃO EMOCIONAL SOB A ÓTICA DE ROSALIND PICARD

Computação Afetiva (ou Computação Emocional) é um ramo da Ciência da Computação que se utiliza de saberes multidisciplinares - tais como Informática, Educação, Ciência Cognitiva, Neurociência, Psicologia, Sociologia, Inteligência Artificial, dentre outros - a fim de análise e interação de máquinas com a emoção humana.

Rosalind Picard⁷⁶ é professora do MIT e coordenadora do *Affective Computing Research Group*⁷⁷ - que estuda formas de atribuir habilidades emocionais ao computador, para que a máquina tenha capacidade de responder de forma inteligente às emoções humanas (Picard, 2012). Picard também é proprietária da empresa *Affectiva*⁷⁸. A pesquisa de Picard é baseada nos estudos do neurocientista

⁷⁵ <http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,ERT227642-17773,00.html>

⁷⁶ <http://web.media.mit.edu/~picard/index.php>

⁷⁷ <http://affect.media.mit.edu>

⁷⁸ <http://www.affectiva.com>

Antônio Damásio e ela é uma das poucas cientistas que estuda computadores vestíveis afetivos. Partindo do estudo de pacientes com lesões no lobo frontal, área do cérebro responsável pelas emoções, Damásio observou que a incapacidade de processar emoções decorrentes de tais lesões também causou alterações significativas nos processos de tomada de decisão e, a partir disso, concluiu que as emoções desempenham um papel essencial na inteligência. Baseando-se nesses resultados, Picard cunhou o termo computação afetiva que pode ser definido como: “computação que se relaciona com, decorre, ou influencia emoções”, e afirmou o seguinte:

Cheguei a conclusão de que se queremos que computadores sejam genuinamente inteligentes, se adaptem e interajam naturalmente conosco, então eles precisarão da habilidade de reconhecer e expressar emoções, possuir emoções, e ter o que vem a ser chamado de inteligência emocional (2012)

A pesquisadora também afirma que, “se máquinas tivessem habilidades emocionais seria possível construir robôs e objetos sintéticos capazes de emular a vida, construir máquinas inteligentes, entender emoções a partir de sua modelização” e, finalmente, “construir máquinas que sejam menos frustrantes na interação homem-computador”. Além disso, “os sistemas tornam-se mais acessíveis, possibilitando uma relação mais amigável do usuário com a máquina”. (Picard, 2012).

Picard parte da compreensão atual do funcionamento da emoção humana e de seu papel e influência no comportamento humano e traça um paralelo entre humanos e computadores, chegando a conclusão de que os computadores são capazes de reconhecer, expressar e até possuir emoções, não apenas se tornando mais inteligentes, como também mais humanos. Quando o computador atinge esse ponto, sua relação com o interator torna-se como uma relação entre duas pessoas (são desconhecidos entre si, passam a se conhecer, aprendem um sobre o outro, convivem e passam a compreender o comportamento mútuo).

Tal conhecimento e compreensão do ser humano por um computador passa pela percepção e compreensão de aspectos fisiológicos/cognitivos, visíveis e não tão visíveis. Passa também pela compreensão do contexto em que o indivíduo está inserido, levando em consideração as características do ambiente em que o cerca, as atividades que desempenha e que interferem ou influenciam suas emoções.

Dentre esses aspectos que interferem na emoção humana e que podem ser analisados por um computador afetivo, existem as mais perceptíveis a olho nu, como expressões faciais, entonação da voz, gestos e movimentos, e também aqueles menos aparentes e que requerem contato físico ou instrumentos de medição específicos para serem percebidos, como respiração, pulsação, taxa de batimentos cardíacos, etc.

No contexto de implementar emoções, conforme Picard, pode-se apontar a existência de quatro elementos:

- *emotional appearance*: inclui comportamento ou expressões que dão a impressão de que o sistema possui emoções (podem-se utilizar objetos sintéticos animados, feedback sonoro, facial e outras expressões comportamentais);
- *multiple levels of emotion generation*: refere-se à geração de emoção;
- *emotional experience*: refere-se à forma como são percebidos estados emocionais. Eles estão relacionados à consciência e esse é um problema para sistemas inteligentes;
- *a large category of mind-body interactions*: por último, o quarto diz respeito aos mecanismos de sinalização e de regulação das emoções que estão relacionadas às atividades cognitivas e corporais.

Também de acordo com Picard (1998) pode-se dizer que um sistema computacional é afetivo quando este possui um dos seguintes componentes comparáveis aos presentes em um sistema emocional humano saudável:

- o sistema possui um comportamento que parece surgir das emoções;
- o sistema responde rapidamente a determinados estímulos (sistema estimulável ou *responsive system*);
- o sistema pode cognitivamente gerar emoções, de acordo com o entendimento de situações, especialmente as que envolvem objetivos, padrões, preferências e expectativas;
- o sistema pode ter uma experiência emocional dos tipos:
 - percepção cognitiva;
 - percepção psicológica;
 - sentimentos subjetivos;

- as emoções do sistema interagem com outros processos que imitam a cognição humana e suas funções físicas, como por exemplo:
 - memória;
 - entendimento/percepção;
 - decisão;
 - aprendizado;
 - preocupações/objetivos/motivações;
 - atenção/interesse;
 - determinação de prioridades;
 - planejamento;
 - variação e combinação de sentimentos;
 - funções do sistema imunológico;
 - mecanismos reguladores.

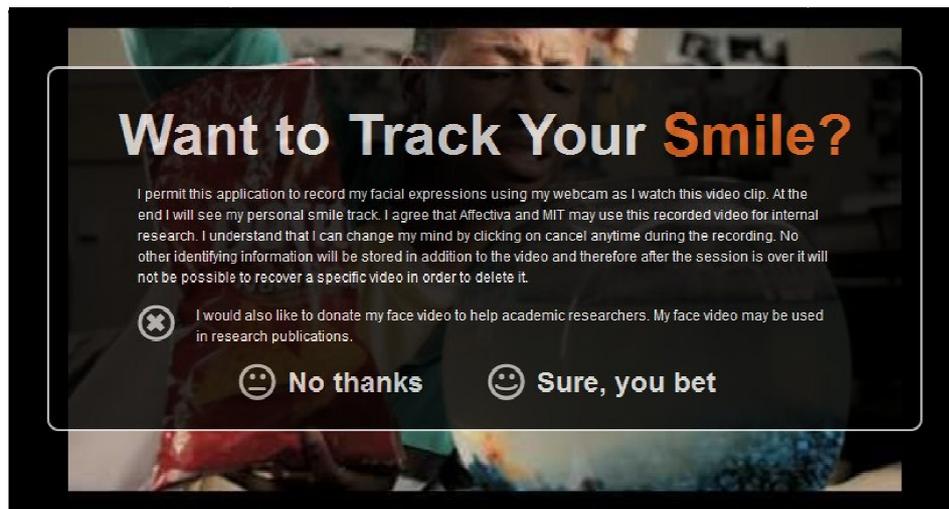
Dentro da área de Computação Afetiva podemos notar dois ramos diferentes de pesquisas: “emoções na interação homem-computador” e “síntese de emoções”. O primeiro ramo estuda o reconhecimento de emoções do usuário assim como a expressão de emoções por máquinas. Já o segundo investiga a simulação de emoções em máquinas a fim de descobrir mais sobre as emoções humanas e também construir robôs que pareçam mais reais (Maillard, 2012).

3.2.1 Emoções na Interação Homem-Computador

Criado pelo *MIT Affective Computing Research Group*, o *Affdex* (Figura 27) é um sistema que está sendo utilizado para rastrear os sorrisos dos usuários de computadores, enquanto assistem a determinados vídeos na internet⁷⁹. O sistema funciona da seguinte maneira: o usuário habilita a *webcam* e o sistema online possui um sistema de *tracking face*, que detecta os sorrisos gerados. O grupo afirma que empresas podem utilizar o sistema para medir o nível de aprovação de seus clientes. Esse é um exemplo de sistema inteligente e simples de implementar.

⁷⁹ http://www.affective.com/affdex/#pane_overview

Figura 27 - Rastreamento de Sorrisos



Fonte: <http://www.affectiva.com>

A ideia de reconhecer e responder às emoções humanas estão chegando também aos automóveis.

O *Mercedes-Benz CL* reconhece quando o motorista está cansado ou com os reflexos alterados. Câmeras, sensores com radar e raios infravermelhos estão espalhados no automóvel e acionam os freios em caso de perigo.

3.2.2 Síntese de Emoções

Nesta categoria, é mais comum haverem robôs e sistemas de ensino-aprendizagem. No Brasil, a pesquisa em computação afetiva está relacionada, principalmente, a estudos sobre os fenômenos afetivos e cognitivos em interfaces para softwares educativos, como é o trabalho da pesquisadora Patrícia Jaques Maillard⁸⁰.

Conforme Maillard (2010), sua pesquisa se situa principalmente em considerar as emoções do aluno em sistemas tutores inteligentes a fim do sistema também se adaptar melhor a afetividade do aluno: aumentando sua motivação intrínseca, motivando-o e o fazendo-o acreditar em sua própria capacidade.

⁸⁰ <http://professor.unisinos.br/pjaques/>

Já *Nao* é um robô criado pela *FEELIX Growing*⁸¹ para imitar o comportamento de uma criança de um ano de idade, além de conseguir criar laços afetivos com quem o tratar bem (Figura 28).

Ele detecta emoções humanas por meio de expressões faciais e corporais – algo que melhora conforme ele vai “conhecendo” a pessoa. Segundo os cientistas, a intenção é de que robôs como *Nao* venham a ser utilizados para ajudar idosos no futuro e sirva de companhia para crianças doentes (Feelix, 2012).

Figura 28 -Nao



Fonte: www.feelix-growing.org

Com as aplicações da computação afetiva aumentando, o desafio é fazer com que as máquinas entendam o contexto das emoções. Picard afirma que:

Há desafios técnicos de entender o contexto das emoções. As pessoas se sentem à vontade diante da presença de câmeras em lugares públicos? Nos locais em que isso ocorre o trabalho é facilitado, mas é preciso respeitar todos os limites que as pessoas têm. Talvez você não sinta sua privacidade invadida se é filmado num lugar público, mas se colocarem uma câmera no banheiro você não vai gostar. Os computadores não sabem o que é rude ou o que é educado, então um desafio é ser cuidadoso ao lidar com as emoções das pessoas. Esta é uma das minhas preocupações. (apud Leal, 2012)

Picard (2003) também prevê que, por muito tempo ainda, os projetistas continuarão a ignorar a afetividade no desenvolvimento de aplicativos computacionais. No entanto, aqueles que se arriscarem a construir interfaces que reconheçam e expressem fenômenos afetivos como se fossem inatas a elas, contribuirão com o futuro de interfaces inteligentes, importantes na tomada de decisão e de uma aprendizagem mais efetiva.

⁸¹ <http://www.feelix-growing.org>

Apesar da popularidade e aplicações práticas da Computação Afetiva, os problemas mais fundamentais ainda estão em aberto, entres eles que tipo de arquitetura possibilitaria a implementação de emoções em máquinas.

3.3 COMPUTADORES VESTÍVEIS AFETIVOS

Vestimenta afetiva é um sistema computacional vestível com características de computador afetivo. Segundo Picard (1998), ao reconhecer determinadas variações do corpo humano e/ou ambiente, os computadores vestíveis afetivos podem reagir assumindo diversas formas, cores ou desempenho de funções. Assim, esse sistema deve ser capaz de sentir e reconhecer padrões internos correspondentes a estados afetivos e responder de maneira inteligente.

Para compreendermos os computadores vestíveis afetivos, precisamos retomar alguns conceitos de computadores vestíveis e computação afetiva.

Formalmente, um computador vestível é definido por três modos básicos de operação. São eles:

Quadro 2 - Modos básicos de operação de um computador vestível

MODO	CARACTERÍSTICA
Constância	O computador vestível está sempre ligado e acessível, provendo a ligação usuário-interface, estando sempre pronto para interagir com o usuário e computador e vice-versa, ininterruptamente.
Acréscimo	Deve estar ligado, não interferindo nas atividades cotidianos do usuário. Logo, deve aumentar o intelecto ou aumentar os sentidos do usuário.
Mediação	Não é necessário que ele nos cubra por completo, mas o conceito admite um encapsulamento maior que o dos computadores portáteis tradicionais.

Além dos três modos operacionais básicos, há seis atributos fundamentais que caracterizam um computador vestível. São eles:

Quadro 3 - Atributos que caracterizam um computador vestível

ATRIBUTO	CARACTERÍSTICA
Desmonopolização da atenção do usuário.	Deixa-o livre para se concentrar em outras tarefas enquanto utiliza o computador.
Irrestritivo para o usuário.	Permite que ele faça outras coisas enquanto utiliza o computador.
Observável pelo usuário.	Caso ele queira, mesmo que tudo funcione sem a necessidade da atenção dele.
Controlável pelo usuário.	Caso ele queira e a qualquer momento que necessário.
Atento ao ambiente.	Permite ao usuário um maior conhecimento e sensibilização do que o cerca;
Comunicativo a outros;	Quando o usuário assim o quiser.

Fonte: http://c3.furg.br/arquivos/download/santos_marucci.pdf

Tais atributos implicam que o computador vestível seja constante (sempre pronto e disponível) e pessoal (humano e computador estão interconectados). Ainda dentro disso, pode ser:

- Protético: o usuário pode adaptá-lo a agir como extensão verdadeira de mente e corpo; depois pode esquecer que o está vestindo;
- Afirmativo: pode transpor a proibição de entrada de dispositivos eletrônicos em um lugar (uma vez que a pessoa está vestindo o computador);
- Privado: outros não podem observar ou controlar o dispositivo nem determinar seu status, a menos que o usuário permita. (Picard, 2012).

Sobre computadores afetivos, capazes de reconhecer, expressar e possuir emoções, Picard explica que há critérios (ou requisitos) de desenvolvimento específicos para cada uma destas capacidades:

Quadro 4 - Critérios de desenvolvimento de um computador vestível

CRITÉRIO	CARACTERÍSTICA
Entrada.	Recebe uma variedade de sinais de entrada, como face, voz, gestos, temperatura, etc.
Reconhecimento de padrões.	Representa extração e classificação de traços destes sinais. Por exemplo: analisa o movimento dos traços em vídeo para distinguir um franzir de testa de um sorriso.
Raciocínio.	Prediz emoções de base baseados no conhecimento sobre como emoções são geradas e expressas. Em última instância, esta habilidade requer percepção e raciocínio sobre contexto, situações, objetivos pessoais e preferências, regras sociais, e outros conhecimentos associados com a geração e expressão de emoções.
Aprendizado.	Como o computador “começa a conhecer” alguém, ele aprende quais dos fatores acima são os mais importantes para aquele indivíduo, e fica mais rápido e melhor no reconhecimento das emoções do mesmo.
Influência.	O estado emocional do computador, se ele tem emoções, influencia seu reconhecimento de emoções ambíguas.
Saída.	O computador nomeia ou descreve as expressões reconhecidas, e as emoções que possam estar presentes.

Fonte: http://c3.furg.br/arquivos/download/santos_marucci.pdf

Para Picard, pode-se provar que um computador tem emoções quando todos os cinco componentes abaixo estão nele. São eles:

Quadro 5 - Componentes que provam que um computador possui emoções

COMPONENTE	CARACTERÍSTICA
Emoções emergentes e comportamento emocional.	O sistema tem comportamento que aparenta originar-se de emoções.
Emoções primárias rápidas.	O sistema tem a primeira e rápida resposta emocional a certas entradas.
Emoções geradas cognitivamente.	O sistema pode cognitivamente gerar emoções, por raciocinar sobre situações, sobretudo no que dizem respeito aos seus objetivos, padrões, preferências e expectativas.
Experiência emocional.	O sistema pode ter uma experiência emocional, especificamente: a) consciência cognitiva; b) consciência fisiológica; c) sentimentos subjetivos.
Interações corpo-mente.	As emoções do sistema interagem com outros processos que imitam funções humanas físicas e cognitivas, por exemplo: a) memória; b) percepção; c) tomada de decisão; d) aprendizado; e) preocupações, objetivos, motivações; f) atenção, interesse; g) priorização; h) planejamento; i) expressões corporais influenciadas pela emoção; j) funções do sistema de imunidade; k) mecanismos regulatórios.

Fonte: http://c3.furg.br/arquivos/download/santos_marucci.pdf

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 um estenda e amplie as capacidades do outro, ampliando também as capacidades humanas daqueles que os utilizam.

3.3.1 APLICAÇÕES VESTÍVEIS AFETIVAS

Atualmente, as vestimentas possuem crescente visibilidade por parte dos centros de pesquisas e das indústrias de eletrônicos. A vestimenta afetiva mais famosa é a *HugShirt* (Figura 29), fabricada pela empresa *CuteCircuit*⁸² cujo objetivo é simular um abraço. O tecido das roupas é todo desenvolvido com lycra envolta por micro-sensores intuitivos que recebem sinais emitidos por um dispositivo *bluetooth*, instalado no telefone celular dos usuários. Estes sensores repetem a sensação de um abraço, de um beijo ou de um aperto de mão. Tudo customizado e de acordo com as suas próprias características (temperatura do corpo, tipo e intensidade do contato físico, batimentos cardíacos).

A prova de sua importância no cenário da pesquisa é a nomeação no prêmio "*Time Best Inventions of 2006*"⁸³. A *HugShirt* cria uma nova forma de interação homem-máquina e abre uma discussão acerca da cultura humana, já que a camiseta aceita todas as diferenças culturais, sociais, afetivas diante de vários tipos de abraço que podem ocorrer, como um abraço de irmão, de mãe, de namorado.

⁸² <http://www.cutecircuit.com>

⁸³ <http://www.time.com/time/2006/techguide/bestinventions/>

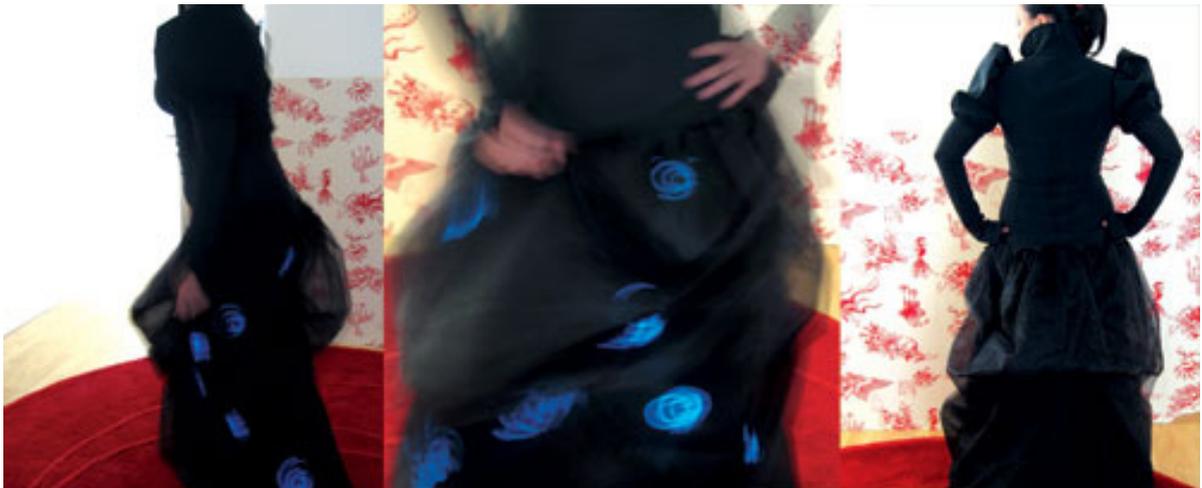
Figura 29 - HugShirt



Fonte: <http://complexodeaudrey.files.wordpress.com/2010/08/hug-shirt.jpg>

O *KineticDress*⁸⁴ (Figura 30), criado pela estudante Kerry Jia Yi Lin, da Universidade de Sydney, e comercializado pela empresa *CuteCircuit*, muda de padrão quando o usuário caminha ou interage com outras pessoas. Se o usuário está estático, a cor do vestido é preta. No momento que o usuário se locomove e/ou interage com outras pessoas, círculos azuis aparecem no vestido.

Figura 30 - KineticDress



Fonte: <http://cdn.tecnoartenews.com/wp-content/uploads/2012/05/cute-circuit-kinetic-dress.jpeg>

⁸⁴ <http://www.talk2myshirt.com/blog/archives/3474>

As aplicações vestíveis afetivas são comumente utilizadas no ramo da saúde, a fim de monitoramento dos sinais vitais do usuário. Um ótimo exemplo é *Affective Q Sensor*⁸⁵ (Figura 31), criado pela *Affective*, empresa de Rosalind Picard, que é capaz de medir os estímulos emocionais, além da temperatura e movimento do usuário, identificando, assim, estados de excitação, atenção, ansiedade, tédio e relaxamento.

Figura 31 - Affective Q Sensor



Fonte: <http://www.kurzweilai.net/images/qsensor-curve2.jpg>

No Brasil, as pesquisas nesta área ainda são raras. Luísa Paraguai desenvolveu *Vestis* (Figura 17), talvez o primeiro exemplo de vestimenta afetiva do Brasil. *Vestis* relaciona-se com os espaços corpóreos e propõe experiências dimensionais de presença. Já Rachel Zuanon explora o conceito através da vestimenta afetiva como interface para jogabilidade de games através de sua obra *BioBodyGame* (Figura 18).

Há pouca literatura sobre o assunto. No exterior, Rosalind Picard é referência. No Brasil podemos citar Luisa Paraguai Donati⁸⁶, Flavia Amadeu⁸⁷, Rachel Zuanon⁸⁸, Linno Angelo dos Santos e Regiane Aparecida Marucci⁸⁹.

⁸⁵ www.affective.com/q-sensor/

⁸⁶ Sua tese de Doutorado, *O Computador como Veste-Interface: (Re)Configurando os Espaços de Atuação*, de 2005, é referência no assunto no Brasil. A tese trata de computadores vestíveis, mas traz alguns exemplos de aplicações afetivas.

⁸⁷ O artigo *Humano-Computador em Interações Afetivas* é um artigo que mostra exemplos de aplicações vestíveis afetivas. Ver www.geocities.ws/coma_arte/2005/papers/flavia_amadeu.doc

⁸⁸ Um de seus principais artigos é *Design de Computadores Vestíveis Afetivos*. Ver <http://www.modavestuario.com/260designdecomputadoresvestiveisafetivos.pdf>

4 IMPLEMENTAÇÃO

Este capítulo apresenta a implementação do computador vestível afetivo capaz de medir os batimentos cardíacos de um usuário e manifestar uma reação visual a partir da taxa de frequência cardíaca. Para isso, o processo foi dividido em duas etapas: a confecção do computador vestível afetivo (*hardware*) e programação do sistema computacional (*software*).

4.1 CONFECÇÃO DO COMPUTADOR VESTÍVEL AFETIVO

Para chegar a realização do computador vestível afetivo foram realizadas pesquisas de hardware e softwares disponíveis no mercado e, na medida do possível, de baixo custo. No caso do software, foi dada preferência por códigos *open source*⁹⁰. Nas primeiras pesquisas, identificou-se a necessidade de trabalhar com *Arduino*⁹¹ e com programação na linguagem C.

4.1.1 Arduino

O *Arduino* é uma plataforma física de computação (*hardware*) de código aberto baseada em uma simples placa micro controladora e um ambiente de desenvolvimento para escrever o código para a placa. O objetivo da plataforma é criar ferramentas que são acessíveis, com baixo custo, flexíveis e fáceis de usar por artistas e amadores interessados em criar objetos ou ambientes interativos, principalmente para aqueles que não teriam alcance aos controladores mais sofisticados e de ferramentas mais complicadas (Arduino, 2012).

Para desenvolvimento de vestimentas e tecidos inteligentes, foi criada a linha *Lilypad Arduino*⁹² (Figura 32), onde todas as peças podem ser costuradas diretamente sobre tecido e de modo similar, ser conectada com fontes de

⁸⁹ Artigo: Um Estudo sobre Computação Vestível Afetiva e sua Aplicações com Enfoque na área da Saúde. Ver http://c3.furg.br/arquivos/download/santos_marucci.pdf

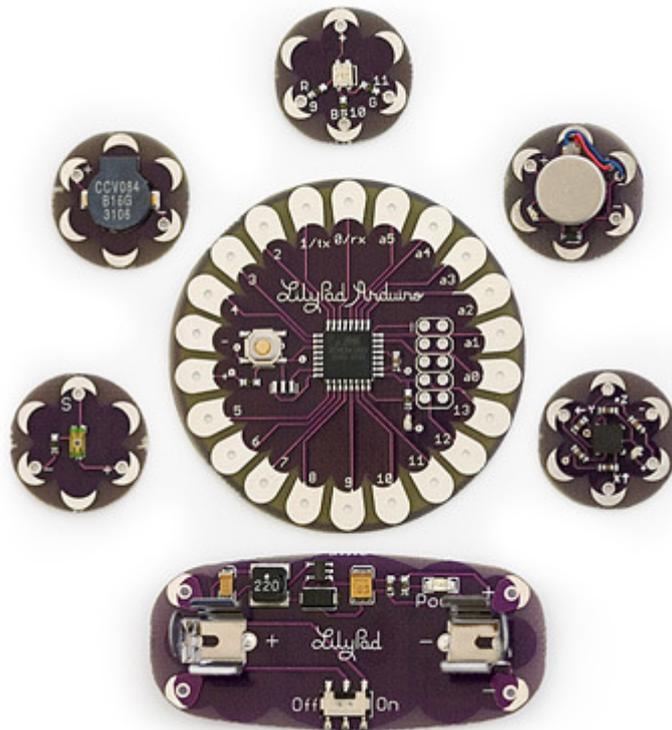
⁹⁰ *Open source* ou código livre ou ainda *software* livre diz respeito a um *software* que respeita as definidas pela Free Software Foundation, como: distribuição livre, integridade do autor do código fonte, licença não específica a um produto, etc.

⁹¹ <http://www.arduino.cc/>

⁹² Artigo: *The Lilypad Arduino: Toward Wearable Engineering For Everyone* Disponível em: http://hlt.media.mit.edu/publications/buechley_Pervasive_08.pdf

alimentação e sensores com linha condutiva. Nessa linha de produtos específicos para computação vestível, o *Arduino* possui uma gama imensa de produtos tais como baterias, carregadores, fios condutivos, *LEDs*, sensores diversos (temperatura, movimento, etc.). Todos esses produtos possuem a característica de serem pequenos e possuírem abertura específica para serem costurados a alguma peça de roupa.

Figura 32 - Produtos LilyPad Arduino



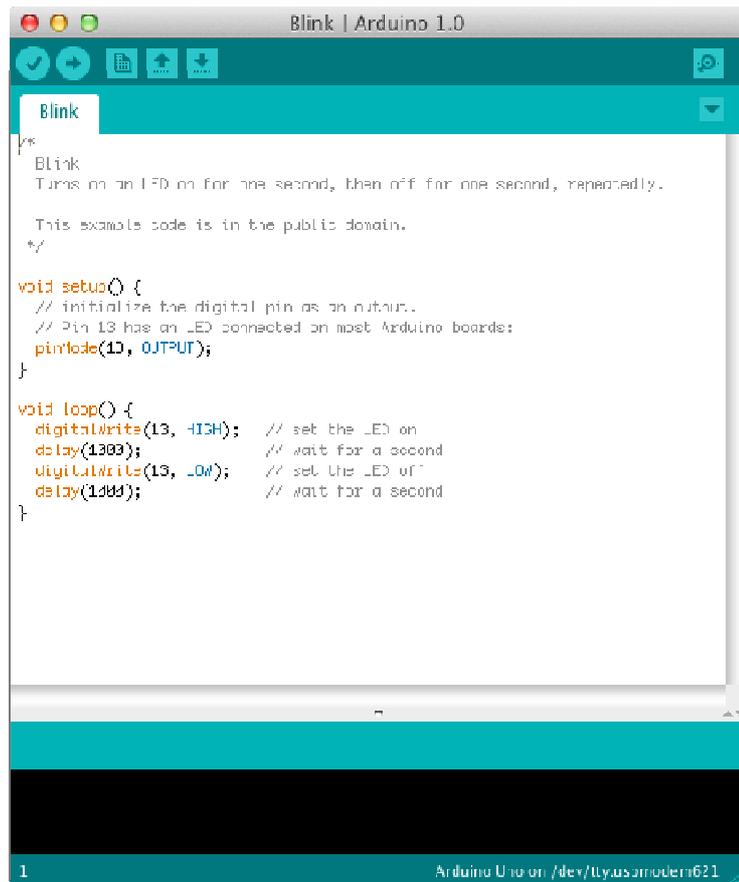
Fonte: http://www.talk2myshirt.com/blog/image-upload/DIY_images/LilyPad_Arduino_set.jpg

4.1.2 Linguagem C e Arduino

C é uma linguagem de programação cujas características são: portabilidade, modularidade, compilação separada, recursos de baixo nível, geração de código eficiente, confiabilidade, regularidade, simplicidade e facilidade de uso (Unicamp, 2012). C é uma das linguagens de programação mais populares e existem poucas arquiteturas para as quais não existem compiladores para C. Como será utilizado hardware Arduino, a linguagem C será utilizada no ambiente de desenvolvimento do

Arduino⁹³ (Figura 33) que é open source e DLS⁹⁴. O software *Arduino* roda em *Windows*, *Macintosh OSX* e sistemas operacionais *Linux*. O ambiente de programação *Arduino* é fácil para iniciantes, mas suficientemente flexível para usuários avançados tirarem máximo proveito.

Figura 33 - Ambiente de desenvolvimento Arduino



```

Blink | Arduino 1.0
Blink
/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
 *
 * This example code is in the public domain.
 */

void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards:
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // set the LED on
  delay(1000);           // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // set the LED off
  delay(1000);           // wait for a second
}
  
```

Fonte: O autor (2012)

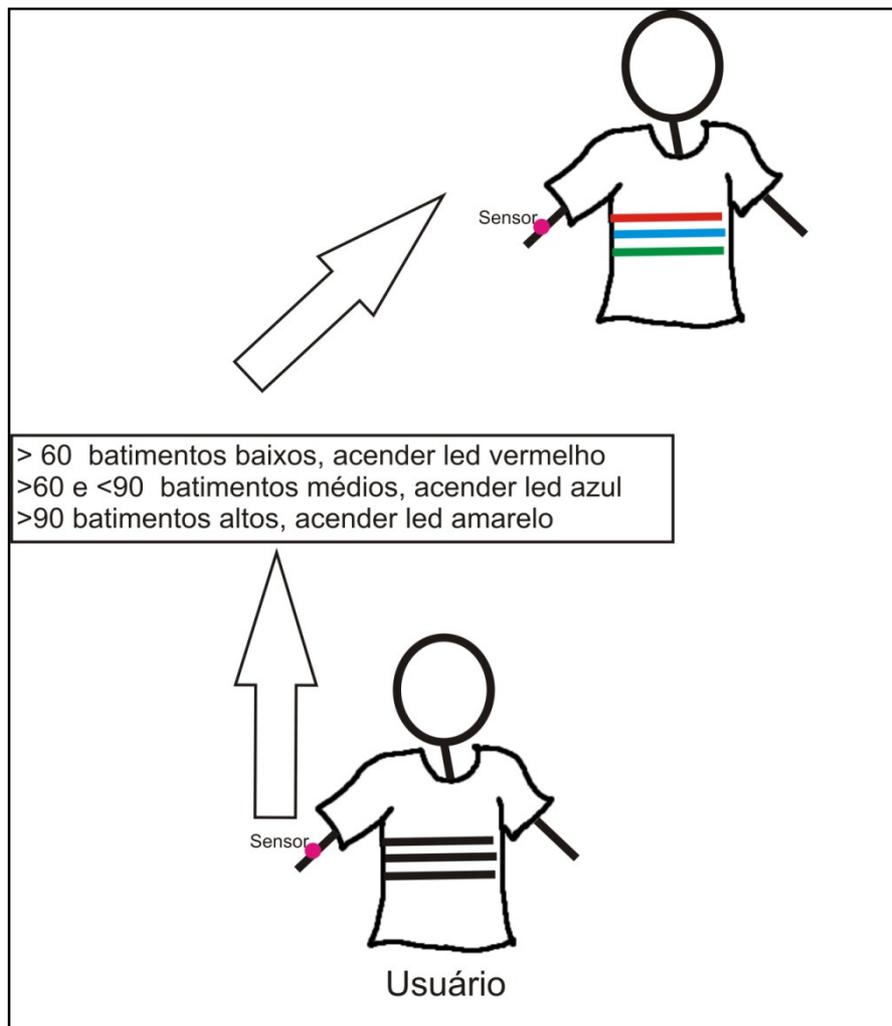
⁹³ <http://arduino.cc/playground/Portugues/HomePage>

⁹⁴ *Domain Language Specif*, segundo o arquiteto e desenvolvedor de *softwares* Phillip Calçado, é “uma linguagem estritamente relacionada com um domínio de aplicação. Por ser tão ligada a um domínio em específico ela é muito poderosa dentro dele e, provavelmente, muito ineficiente quando se trata de coisas que fogem a este domínio. Um bom exemplo é HTML. É uma linguagem específica para o domínio de definição de documentos em hipertexto. Se você for descrever um documento em hipertexto para a web utilizar HTML te dá poder e possibilidades; mas se você quiser, digamos, construir uma interface desktop ela não te ajuda muito. Da mesma forma, Java e C# são linguagens genéricas (GPLs – General Purpose Languages). Com estas linguagens você consegue descrever vários tipos de domínios com relativa eficiência, mas elas não são particularmente excepcionais em nenhum deles”.

4.1.3 Confeção da Vestimenta

A ideia inicial era fazer uma peça de roupa mudar de cor conforme a taxa de frequência cardíaca de um usuário. Para isso, a roupa seria equipada com sensores e *LEDs*. O sensor captaria os batimentos cardíacos do usuário e o sistema computacional estabeleceria três faixas (batimentos abaixo de 60, batimentos entre 60 e 90 e batimentos acima de 90). Com estas três faixas, o sistema também ativaria a cor do *LED* correspondente (azul, amarelo, vermelho), seguindo o esquema abaixo:

Figura 34 - Esquema do computador vestível afetivo capaz de medir os batimentos cardíacos do usuário e mudar de cor conforme a frequência cardíaca



Fonte: O autor (2012)

Durante a pesquisa realizada, foram encontrados diversos projetos com objetivo semelhante, demonstrando pequenas variações como: a) os *LEDS* não

mudavam de cor, apenas piscavam na mesma frequência dos batimentos cardíacos⁹⁵; b) os equipamentos utilizados eram pesados demais para serem costurados na peça de roupa⁹⁶, entre outros. Logo, viu-se que a melhor alternativa seria criar uma reação visual fácil de ser compreendida pelo público, ficando clara a ideia de sincronia entre organismo e máquina. A solução escolhida foi a de seguir o modelo *open source HeartJacket*⁹⁷ (Figura 35), criado por um anônimo cujo objetivo é fazer os LEDs piscarem na mesma frequência da taxa de batimentos cardíacos do usuário:

Figura 35 - HeartJacket



Fonte: <http://arduino-heart.tumblr.com/image/19492994656>

Logo, os materiais necessários para a confecção do computador vestível afetivo⁹⁸ são:

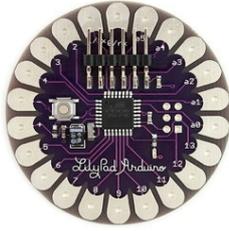
⁹⁵ <http://arduino-heart.tumblr.com>

⁹⁶ <http://fritzing.org/projects/heart-rate-sensor-arduino/>

⁹⁷ <http://arduino-heart.tumblr.com/>

⁹⁸ Todos os equipamentos foram comprados nos sites <https://www.sparkfun.com> e pulsesensor.com

Quadro 6 - Materiais para confecção do computador vestível afetivo

COMPONENTE	DESCRIÇÃO	IMAGEM	VALOR
1 Pulse Sensor Amped	Sensor de pulso que se comunica com Arduino. 3 a 5v.		\$25.00
1 LilyPad Arduino	O LilyPad Arduino é uma placa-microcontrolador desenvolvida para vestimentas e tecidos inteligentes. Ele pode ser costurado diretamente sobre tecido e de modo similar ser conectado com fontes de alimentação, sensores e atuadores com linha condutiva.		\$ 21.95
1 Lilypad Power Supply	Uma fonte de alimentação pequena. Esta placa foi desenvolvida para ser tão pequena e discreta quanto possível. Encaixe uma pilha AAA, ligue a chave de alimentação e você terá uma fonte de alimentação de 5V para seu projeto LilyPad. Fornece até 100mA com proteção contra curto-circuitos.		\$ 14.95
FTDI Basic Breakout – 5V	Esta placa converte uma conexão USB em 5 volts, permitindo ligar o computador diretamente ao Arduino ou outros microcontroladores.		\$ 14.95

Linha condutiva	A linha condutiva é um modo criativo de conectar vários eletrônicos em roupas. É normalmente de uma combinação de metais altamente condutores e tecidos leves. Tecidos condutores têm a capacidade de conduzir eletricidade.		\$ 34.95
Micro LEDs (5 un.)	Mini LEDs. Tamanho: 5x11mm.		\$ 23.70
TOTAL (sem impostos de importação)			\$ 135.50

Fonte: O autor (2012)

Todos os equipamentos eletrônicos foram importados dos Estados Unidos, adquiridos em sites específicos de projetos de *open hardware* como o *Sparkfun Electronics*⁹⁹ e o *PulseSensor*¹⁰⁰. O valor dos equipamentos ficou em \$135,50, porém todos foram taxados pela Receita Federal Brasileira, logo o valor total ficou em R\$ 764,12. O *PulseSensor* levou um mês para chegar no Brasil atrasando a implementação. Os demais itens foram entregues em seis dias.

Estes equipamentos foram costurados em um blusão de malha masculino (Figura 36) criado e cedido pelo Comitê de Estilo do Fitemasul¹⁰¹ (Sindicato das Indústrias de Fiação, Tecelagem e Malharias da Região Nordeste do Rio Grande do Sul). Sobre o Comitê de Estilo

O Fitemasul dispõe de uma equipe dedicada exclusivamente à análise de tendências do mercado da moda no mundo. O Comitê de Estilo desenvolve este trabalho a partir de visitas a feiras, observa as vitrines e o que se veste pelas ruas dos maiores centros de moda do planeta, tornando prioridade a adaptação dessas tendências para o mercado brasileiro. A equipe criada pelo Fitemasul também desenvolve pesquisas utilizando outros métodos de trabalho. Os associados recebem sempre atualizadas, informações dos eventos mais importantes no segmento, como os dos EUA e Europa. Com o

⁹⁹ <http://www.sparkfun.com>

¹⁰⁰ <http://pulsesensor.com>

¹⁰¹ <http://www.fitemasul.com.br>

material recolhido nas visitas, o Comitê de Estilo organiza um evento em que antecipa aos associados todas as tendências. As informações permitem aos Malheiros da região ter mais subsídios especialmente de caráter técnico para desenhar as suas próximas coleções (FITEMASUL, 2012).

O blusão masculino é da coleção Inverno 2013 de malharia retilínea, foi apresentado a público durante o 11º Integramoda RS¹⁰² no ano de 2012 e faz parte do tema “Herança Global”, cuja influência vêm de culturas com inspiração no gelo do Ártico, com característica de uso de peles, brilho de pedrarias em cristal, bordados com inspiração em Ovos de Faberge¹⁰³ e destaque para a cor branca (FITEMASUL, 2012). A peça foi tecida com fio *Lansul Belcryn Nm 2/28* cor natural 001 em máquina *Stoll*.

Figura 36 - Blusão Comitê de Estilo



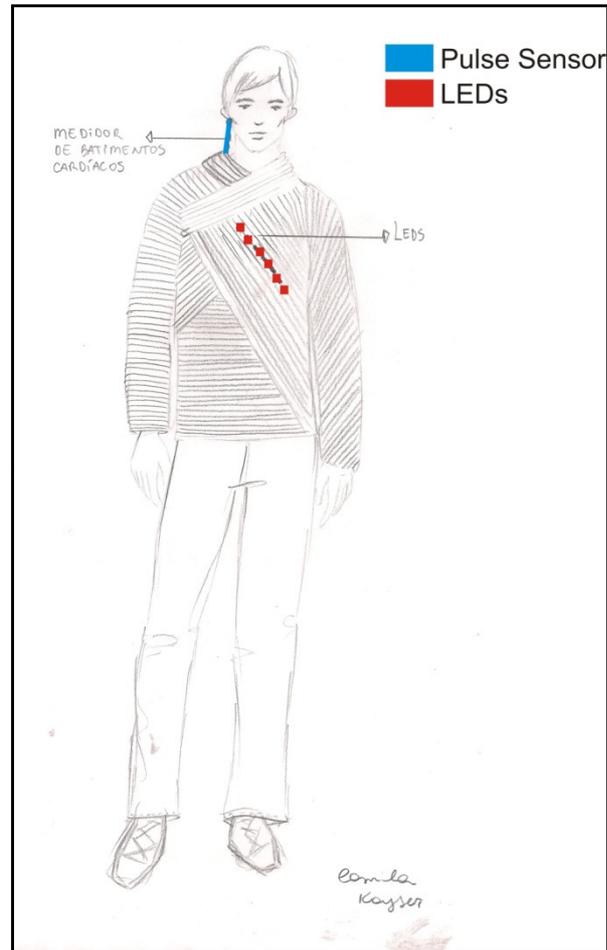
Fonte: O autor (2012)

¹⁰² Um dos principais eventos da indústria da moda no RS. O evento é resultado do trabalho de pesquisa do Comitê de Estilo do Fitemasul e do Núcleo de Moda do Sindinvest. Ver <http://integramoda.blogspot.com.br>

¹⁰³ Segundo a Wikipédia, são obras-primas da joalheria produzidas por Peter Carl Fabergé e seus assistentes no período de 1885 a 1917 para os czares da Rússia.

O resultado pretendido (visão externa) é demonstrado através do croqui abaixo:

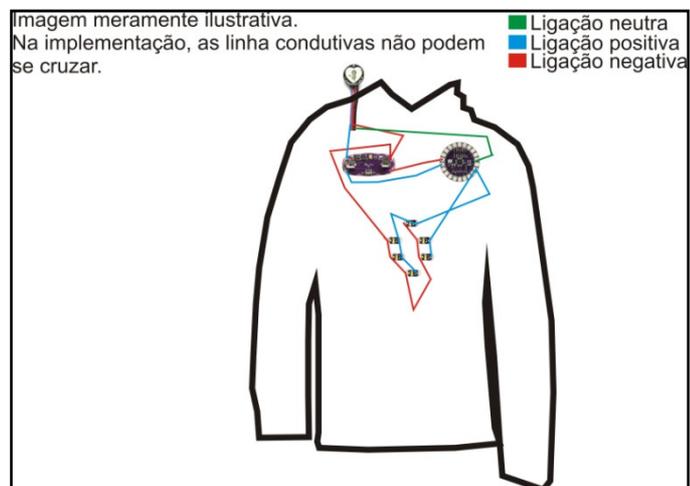
Figura 37 - Croqui



Fonte: Criação de Camila Kayser

A parte eletrônica (visão interna) é demonstrada através da imagem abaixo:

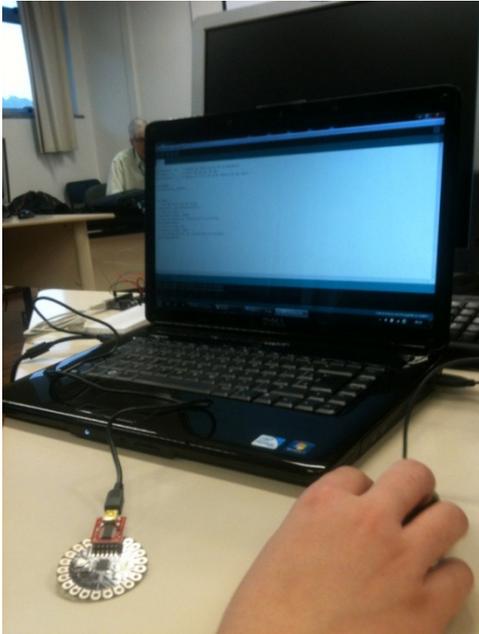
Figura 38 - Ligação Eletrônica



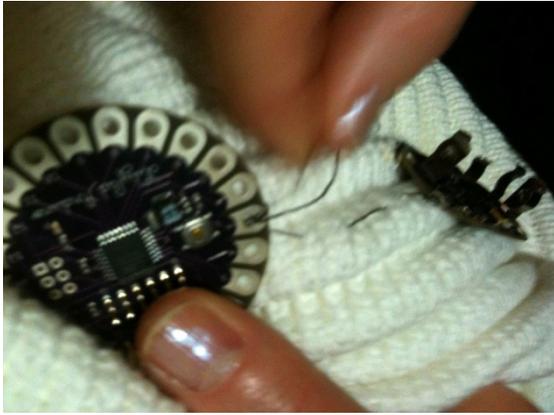
Fonte: O autor (2012)

4.1.4 Etapas de Criação

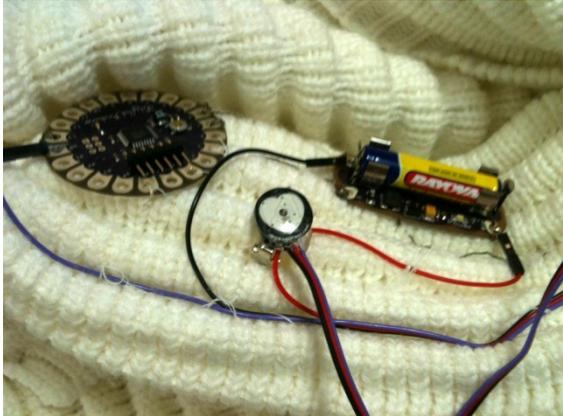
Quadro 7 - Etapa de Criação

ETAPA	DESCRIÇÃO	IMAGEM
Etapa 1	<p><i>Upload</i> do código (Figura 39) para o Lilypad Arduino.</p> <p>Liga-se o Lilypad Arduino diretamente ao computador através da placa FTDI Basic Breakout via cabo USB.</p>	
Etapa 2	<p>O Lilypad Arduino e o Lilypad Power Supply devem ser costurados próximos um do outro, usando a linha condutiva (quanto mais longe um do outro, mais resistência terá a linha condutiva).</p> <p>A linha condutiva deve sair da abertura negativa do Lilypad Power Supply e ligar-se na abertura negativa do Lilypad Arduino.</p> <p>Para o arremate do fio, foi utilizado fogo¹⁰⁴.</p>	

¹⁰⁴ Lynne Bruning, especialista em eTextiles, explica como arrematar linhas condutivas em <http://www.weavingtoday.com/media/p/8301.aspx>

<p>Etapa 3</p>	<p>Os LEDs são costurados ao blusão. A linha condutiva deve sair da abertura negativa do LilyPad Power Supply e ligar-se nas aberturas negativas dos LEDs.</p> <p>Nesta etapa foi necessária uma atenção especial com a linha condutiva, pois esta se enrola facilmente.</p>	
<p>Etapa 4</p>	<p>É realizada a ligação positiva. O fio condutivo sai da abertura positiva do LilyPad Power Supply e liga-se na abertura positiva do LilyPad Arduino.</p>	
<p>Etapa 5</p>	<p>Faz-se a alimentação positiva dos LEDs. O fio condutivo sai da abertura A13 do LilyPad Arduino e liga-se nas aberturas positivas dos LEDs.</p> <p>A abertura escolhida foi a A13, mas poderia ter sido qualquer uma com o prefixo A, já que a letra A, no LilyPad Arduino significa “analógico”. A diferença é que a abertura A13 possui um LED próprio, o que facilita os testes¹⁰⁵.</p> <p>As aberturas A recebem 0 ou 5v.</p>	

¹⁰⁵ http://arduino.cc/en/uploads/Main/LilyPad_schematic_v18.pdf

	<p>Nesta etapa é necessária muita atenção para não cruzar a linha condutiva com o que já foi costurado anteriormente, já que isso pode ocasionar curto-circuito.</p>	
<p>Etapa 6</p>	<p>O Pulse Sensor é ligado ao Lilypad Arduino, ao Power Supply e ao blusão. A ligação é feita com estanho.</p> <p>A abertura positiva do Lilypad Power Supply liga-se a abertura positiva do Pulse Sensor (fio vermelho) e a abertura negativa do Lilypad Power Supply liga-se a abertura negativa do Pulse Sensor (fio preto).</p> <p>Ainda, a abertura A0 do Lilypad Arduino liga-se ao fio neutro (roxo) do Pulse Sensor.</p> <p>A abertura A0 também foi escolhida aleatoriamente.</p>	

4.2 PROGRAMAÇÃO DO SISTEMA

O LilyPad Arduino pode ser programado pelo software Arduino (citado no subtítulo 4.1.2).

O objetivo do código é ler os dados do sensor de pulso e emitir ondas para os *LEDS*, que piscam na mesma frequência dos dados lidos. O Lilypad Arduino recebeu o *upload* do código abaixo:

Figura 39 - Código Final

```
int sensorPin = A0;    // select the input pin for the potentiometer
int ledPin = 13;      // select the pin for the LED
int sensorValue = 0;  // variable to store the value coming from the sensor

void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // read the value from the sensor:
  sensorValue = analogRead(sensorPin);
  Serial.print(sensorPin);

  //sensorValue = 0.5;

  // turn the ledPin on
  digitalWrite(ledPin, HIGH);

  // stop the program for <sensorValue> milliseconds:
  delay(sensorValue);

  // turn the ledPin off:
  digitalWrite(ledPin, LOW);

  // stop the program for for <sensorValue> milliseconds:
  delay(sensorValue);
}
```

Fonte: O autor (2012)

4.3 RESULTADOS FINAIS

A demonstração do computador vestível afetivo em funcionamento pode ser vista no CD, anexado junto ao trabalho ou acessando o seguinte link: <http://youtu.be/WMB0mLFLssE>

Figura 40 - Vestível Afetivo 1



Fonte: O autor (2012)

Figura 41 - Vestível Afetivo 2



Fonte: O autor (2012)

Figura 42 - Vestível Afetivo 3



Fonte: O autor (2012)

Figura 43 - Vestível Afetivo 4



Fonte: O autor (2012)

4.4 EXPERIMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO

O computador vestível afetivo atingiu o seu objetivo que era medir os batimentos cardíacos de um usuário e manifestar uma reação visual a partir da taxa de frequência cardíaca.

Comprovou-se que ele é de fato um computador vestível afetivo por:

- estar sempre pronto para interagir com o usuário;
- não interferir nas atividades cotidianas do usuário, deixando-o livre para realizar suas atividades cotidianas;
- funcionar sem necessidade de atenção do usuário;
- receber sinais de entrada (no caso batimentos cardíacos);
- mostrar um sinal de saída baseado em um estado emocional do usuário (no caso os *LEDs* piscarem na mesma frequência dos batimentos cardíacos de quem o veste).

O blusão, mesmo com todos os eletrônicos costurados, ficou confortável de se usar, não impedindo os movimentos do usuário.

4.5 PROBLEMAS ENCONTRADOS

- a linha condutiva se enrola facilmente, é um material muito delicado, difícil de manusear;
- é necessário muito cuidado para a linha condutiva dos pólos positivos e negativos não cruzar, pois isso pode acarretar um curto-circuito;
- os *LEDs* possuem abertura muito pequena para a inserção da linha condutiva;
- os eletrônicos são muito sensíveis: dependendo da movimentação do usuário, os eletrônicos podem ter seu desempenho comprometido;
- uma única pilha pode não ter energia suficiente para alimentar todos os equipamentos eletrônicos de maneira eficaz.

4.6 POSSIBILIDADES DE SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS APRESENTADOS

- pesquisar uma nova alternativa para de linha de costura, a fim de que a mesma não se enrole;
- realizar testes com *LEDs* tradicionais;
- buscar uma nova alternativa para fixar os eletrônicos na roupa;
- realizar testes com capacitores a fim de gerar mais energia para os equipamentos eletrônicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou um referencial teórico e prático sobre diversas áreas do conhecimento como tecnologias digitais, moda e arte, que resultou em um computador vestível afetivo, capaz de medir os batimentos cardíacos de um usuário e manifestar uma reação visual a partir da taxa de frequência cardíaca. A tecnologia permite nos expressarmos sem que seja necessário dizer as pessoas como nos sentimos. Quando você tem uma mudança emocional, a frequência cardíaca muitas vezes se altera. Quando você está triste, sua frequência cardíaca cai, quando você está envergonhado ou animado, sua frequência cardíaca sobe. Este computador vestível afetivo permitiu ao usuário exibir com mais precisão o seu estado emocional.

Através da implementação desse computador vestível afetivo, comprovou-se que 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 um estenda e amplie as capacidades do outro, ampliando também as capacidades humanas daqueles que o utilizam.

Algumas dificuldades encontradas se devem ao fato desta área do conhecimento ser relativamente nova e haver pouca bibliografia específica sobre o assunto. Em função disso, grande parte do capítulo três foi baseado nos estudos da Dra. Rosalind Picard, especialista em computação afetiva, que aborda o assunto em alguns de seus artigos. Outra dificuldade encontrada foi quanto à aquisição dos equipamentos eletrônicos para a implementação do computador vestível afetivo. Como todas as peças eletrônicas foram importadas dos Estados Unidos, demoraram a chegar e todas foram taxadas pela Receita Federal brasileira, aumentando, assim, o valor final do computador vestível afetivo.

Quanto ao processo de criação do computador vestível afetivo, pode-se dizer que foi a nível experimental, visto que pela primeira vez tive acesso aos eletrônicos Arduino. A pesquisa realizada antes de iniciar a implementação me apontou as ferramentas corretas a serem utilizadas para atingir o objetivo proposto. Pode-se afirmar que houveram poucos problemas neste processo e que todos foram facilmente resolvidos.

Apesar de seu surgimento recente, a computação vestível afetiva pode nos auxiliar a obter um melhor entendimento dos mecanismos da emoção e cognição, dos avanços da comunicação homem/máquina e da influência da tecnologia no desenvolvimento humano.

Ressalta-se também a interdisciplinaridade do trabalho apresentado. A realização deste proporcionou condições para colocar em prática as diversas áreas do conhecimento estudadas e evidenciadas no decorrer do curso de Tecnologias Digitais, de tal maneira que foi possível explorar e revisar conceitos adquiridos durante todo o período letivo do curso. Ao realizar as pesquisas para o desenvolvimento deste trabalho, foi possível aprimorar conceitos sobre arte, tecnologia e comunicação. Como foram utilizados textos e códigos open source, cuja filosofia é o compartilhamento de informações, foi criado um site onde descrevo o processo de criação do computador vestível afetivo e disponibilizo o código-fonte do projeto na íntegra, imagens e vídeos¹⁰⁶.

Propõem-se como trabalhos futuros o aprimoramento desse protótipo e a busca por alternativas de baixo-custo para a confecção do computador vestível afetivo. Ainda, é um assunto que abre um grande leque de pesquisa, podendo assim, ser retomado, enquanto futura dissertação de Mestrado.

¹⁰⁶ <http://vestivelafetivo.blogspot.com.br>

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Ana Rita Silva. **O que é Afetividade? Reflexões para um conceito.** Disponível em: <www.anped.org.br/reunioes/24/T2004446634094.doc> Acesso em: 09 nov. 2011.

AMADEU, Flavia Regina da Motta. **O Corpo e as Novas Tecnologias Materiais.** Disponível em: <http://www.corpos.org/anpap/2004/textos/clv/flavia_amadeu.pdf> Acesso em: 23 out. 2011.

AMADEU, Flavia Regina da Motta. **Sensíveis Simbioses Interações Afetivas.** Disponível em: <http://www.gzespace.com/gzenew/im/books/2006_5_flavia_amadeu.pdf> Acesso em: 24 ago. 2011.

AMARAL, Adriana. **Visões Perigosas: uma arque-genealogia do cyberpunk.** Porto Alegre: Editora Sulina, 2006.

BOLZANI, Caio Augustus Morais. **Computação Vestível.** Disponível em: <http://www.bolzani.com.br/artigos/art06_04.pdf> Acesso em: 23 ago. 2011.

BRANDÃO, Saulo Cunha. **O Teste de Turing como Artefato de Construção de Ficção Científica.** Disponível em: <<http://cencib.org/simposioabciber/PDFs/CAD/Saulo%20Cunha%20de%20Serpa%20Brandao.pdf>> Acesso em: 22 nov. 2011.

CORSO, Aline. **Blog Tecnologias Vestíveis.** Disponível em: <<http://computadoresvestiveis.blogspot.com>> Acesso em: 02 ago. 2011.

DÁVILA, Sérgio. **A incrível saga de Steve Mann, o homem-ciborgue.** Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ilustrad/fq0904200208.htm>>. Acesso em: 07 nov. 2012.

_____. **Do ato ao pensamento.** Lisboa: Moraes, 1979.

DONATI, Luisa Paraguai. **O computador como veste-interface: (re)configurando os espaços de atuação.** Tese de doutorado em Multimeios, Universidade Estadual de Campinas, 2005. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000343013&fd=y>> Acesso em: 10 ago. 2011.

ESTADÃO. **As Roupas Ainda vão Falar.** Disponível em: <<http://blogs.estadao.com.br/moda/tag/computadores-vestiveis/>>. Acesso em: 17 set. 2012.

FERNANDES, Fábio. **A Construção do Imaginário Cyber: William Gibson, Criador da Cibercultura.** Editora Anhembi Morumbi, 2006.

FONSECA, Patrícia Helena Soares; DE CARLI, Ana Mery S.; MANFREDINI, Mercedes. **Moda em Sintonia.** Caxias do Sul: Educus, 2010.

GIBSON, William. **Neuromancer.** Tradução de Alex Antunes. São Paulo: Aleph, 2003.

HONDA. Disponível em: <<http://www.honda.com>>. Acesso em: 17 set. 2012.

JAQUES, P.; VICARI, R. Estado da Arte em Ambientes Inteligentes de Aprendizagem que Consideram a Afetividade do Aluno. **Revista Informática na Educação: Teoria & Prática**, v.8, n.1. 2005.

JOHNSON, Steven. **Cultura da Interface. Como o computador transforma nossa maneira de criar e comunicar**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2001.

KAC, Eduardo. Disponível em: <<http://www.ekac.org/>>. Acesso em: 17 set. 2012.

LEAL, Renata. **As máquinas podem interpretar nossas emoções?**. Disponível em: <<http://info.abril.com.br/noticias/ciencia/as-maquinas-podem-interpretar-nossas-emocoes-07042011-15.shl>>. Acesso em: 17 set. 2012.

LIPOVESTKY, Gilles. **Os Tempos Hipermodernos**. São Paulo: Editora Barcarolla, 2004.

Luiz Sugimoto. **Vestis: Corpos Afetivos**. Jornal da Unicamp. Disponível em <http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/agosto2003/ju223pg12.htm>. Acesso em: 08 nov. 2012.

MALYSSE, Stéphane Rémy. **Além do corpo: a carne como ficção científica**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ra/v43n2/v43n2a16.pdf>> Acesso em: 19 ago. 2011.

MCLUHAN, Marshall. **Os meios de comunicação como extensões do homem**. São Paulo: Cultrix, 1979.

MICHAELIS Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=tecnologia>>. Acesso em: 07 nov. 2012.

PIAGET, Jean. **Psicologia da Inteligência**. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

PICARD, Rosalind W. **What does it mean for a computer to “have” emotions?** Disponível em <<http://web.media.mit.edu/~picard/index.php>> Acesso em: 04 ago. 2011.

_____. **As Máquinas Podem Interpretar nossas Emoções?**. INFO. Disponível em <<http://info.abril.com.br/noticias/ciencia/as-maquinas-podem-interpretar-nossas-emocoes-07042011-15.shl>> Acesso em: 08 nov. 2011.

PIRES, Beatriz Ferreira. **O Corpo como Suporte da Arte: piercing, implante, escarificação, tatuagem**. Editora Senac São Paulo, 2005.

ROMANI, Bruno. **Computadores acoplados ao corpo despontam como tendência para o futuro**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/tec/1123503-computadores-acoplados-ao-corpo-despontam-como-tendencia-para-o-futuro.shtml>>. Acesso em: 16 out. 2012.

_____. **Computadores vestíveis dependem das gigantes para vingar, diz analista.** Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/tec/1123515-computadores-vestiveis-dependem-das-gigantes-para-vingar-diz-analista.shtml>>. Acesso em: 16 out. 2012.

SABBATIN, Ricardo. **A Mente, Inteligência Artificial e Emoções. CEREBROMENTE.** Disponível em <http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/agosto2003/ju223pg12.html>. Acesso em: 08 nov. 2011.

SABBATINI, Renato. **Entrevista com Marvin Minsky, sobre aspectos da mente.** Disponível em: <<http://www.din.uem.br/~ia/vida/sociedade/entrevista.html>>. Acesso em: 17 set. 2012.

SANTAELLA, Lucia. **O que é Semiótica.** São Paulo: Brasiliense, 1983.

SUGIMOTO, Luiz. **A arte por baixo dos computadores ‘vestíveis’.** Disponível em: <http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/agosto2003/ju223pg12.html>. Acesso em: 17 set. 2012.

VELS, Augusto. **Dicionário de Grafologia e Termos Psicológicos Afins.** São Paulo: Casa do Psicólogo, 2011.

ZUANON, RACHEL. **Design de Computadores Vestíveis Afetivos.** Disponível em: <<http://www.modavestuario.com/260designdecomputadoresvestiveisafetivos.pdf>> Acesso em: 08 ago. 2011.

FIGURAS

AFFECTIVA Q Sensor Disponível em: <<http://www.kurzweilai.net/images/qsensor-curve2.jpg>>. Acesso em: 17 set. 2012.

ARDUINOHEART. ArduinoHeart. Disponível em: <<http://arduino-heart.tumblr.com/image/19492994656>>. Acesso em: 29 out. 2012.

ARMADURA Japonesa Disponível em: <<http://migre.me/6dltB>>. Acesso em: 17 set. 2012.

BABYGLOW Disponível em: <<http://migre.me/6dld8>>. Acesso em: 17 set. 2012.

BIOBODYGAME Disponível em: <<http://migre.me/6dpeL>>. Acesso em: 17 set. 2012.

BRAIN Port e a Visão do Usuário Disponível em: <<http://uk.wicab.com/technology>>. Acesso em: 17 set. 2012.

COLETE com feedback de força Disponível em: <<http://migre.me/6doGl>>. Acesso em: 17 set. 2012.

DETALHE da última criação de Mann Disponível em: <<http://migre.me/6dp6T>>. Acesso em: 17 set. 2012.

EVOLUÇÃO dos computadores vestíveis de Mann Disponível em: <<http://migre.me/6dp4W>>. Acesso em: 17 set. 2012.

EXOESQUELETO Honda Disponível em: <<http://www.honda.com>>. Acesso em: 17 set. 2012.

FIGURINO tecnológico de Katy Perry Disponível em: <<http://www.cutecircuit.com>>. Acesso em: 17 set. 2012.

GALAXY Disponível em: <<http://www.cutecircuit.com>>. Acesso em: 17 set. 2012.

HAL Disponível em: <<http://www.cyberdyne.jp/english/>>. Acesso em: 17 set. 2012.

HUGH Shirt Disponível em: <<http://complexodeaudrey.files.wordpress.com/2010/08/hug-shirt.jpg>>. Acesso em: 17 set. 2012.

IMPLANTE de Eduardo Kac Disponível em: <<http://migre.me/6dppq>>. Acesso em: 17 set. 2012.

KASPAROV e DeepBlue Disponível em: <<http://migre.me/6dpGr>>. Acesso em: 17 set. 2012.

KINECTICDRESS Disponível em: <<http://cdn.tecnoartenews.com/wp-content/uploads/2012/05/cute-circuit-kinetic-dress.jpeg>>. Acesso em: 17 set. 2012.

LENTE de contato que libera medicamento Disponível em: <<http://migre.me/aJTBj>>. Acesso em: 17 set. 2012.

LIVING Clothes Disponível em: <<http://www.fashionbubbles.com>>. Acesso em: 17 set. 2012.

LUMALIV Disponível em: <<http://migre.me/6dpqL>>. Acesso em: 17 set. 2012.

LUMIGRAM Disponível em: <<http://www.lumigram.com/>>. Acesso em: 17 set. 2012.

Luva Militar Disponível em: <<http://computadoresvestiveis.blogspot.com.br/2009/04/com-luva-high-tech-soldado-controla.html>>. Acesso em: 17 set. 2012.

NAO Disponível em: <www.feelix-growing.org>. Acesso em: 17 set. 2012.

NIKE Hindsight Disponível em: <<http://migre.me/6dloe>>. Acesso em: 17 set. 2012.

NO Contact Disponível em: <<http://migre.me/6dlqT>>. Acesso em: 17 set. 2012.

RASTREAMENTO de Sorrisos Disponível em: <<http://www.affectiva.com/>>. Acesso em: 17 set. 2012.

TALK2MYSHIRT. Produtos Lilypad Arduino. Disponível em: http://www.talk2myshirt.com/blog/image-upload/DIY_images/LilyPad_Arduino_set.jpg Acesso em: 29 out. 2012.

THIRD Hand Disponível em: <<http://migre.me/6dphs>>. Acesso em: 17 set. 2012.

VESTIDOS de Hussein Chalayan Disponível em: <<http://www.fashionbubbles.com>>. Acesso em: 17 set. 2012.

VESTIS Disponível em: <<http://migre.me/6dpcC>>. Acesso em: 17 set. 2012.

FILMOGRAFIA

2001 – UMA ODISSÉIA NO ESPAÇO. De Stanley Kubrick, 2h e 21 min. MGM / Polaris, 1968.

BLADE RUNNER, O CAÇADOR DE ANDRÓIDES. De Ridley Scott, 1h e 58 min. Columbia TriStar / Warner Bros., 1992.

EU, ROBÔ. De Alex Proyas, 1h e 55min. 20th Century Fox / Davis Entertainment / Lawrence Mark Productions / Canlaws Productions / Overbrook Entertainment, 2004.

INSPETOR BUGIGANGA. De David Kellogg, 1h e 18 min. Walt Disney Pictures / Caravan Pictures / DiC Enterprises, 1999.

MATRIX RELOADED. De Andy Wachowski e Larry Wachowski, 138 min. Warner Bros., 2003.

MATRIX REVOLUTIONS. De Andy Wachowski e Larry Wachowski, 138 min. Warner Bros., 2003.

MATRIX. De Andy Wachowski e Larry Wachowski, 2h e 16min. Warner Bros., 1999.
MINORITY REPORT – A NOVA LEI. De Steven Spielberg, 2h e 26min. 20th Century Fox Film Corporation, 2002.

O EXTERMINADOR DO FUTURO. De JAMES CAMERON, 1h e 47 min. Cinema'84 / Euro Film Funding / Hemdale Film Corporation / Pacific Western, 1984.

O HOMEM BI-CENTENÁRIO. De Chris Columbus, 2h e 10 min. Columbia Pictures / Touchstone Pictures, 1999.

ROBOCOP – O POLICIAL DO FUTURO. De Paul Verhoeven, 1h e 42 min. Orion Pictures, 1987.

STAR WARS I: A AMEAÇA FANTASMA. De George Lucas, 136 min. LucasFilm Ltda., 1999.

STAR WARS II: A ATAQUE DOS CLONES. De George Lucas, 142 min. LucasFilm Ltda., 2002.

STAR WARS III: A VINGANÇA DOS SITH. De George Lucas, 140 min. LucasFilm Ltda., 2005.

STAR WARS IV: UMA NOVA ESPERANÇA. De George Lucas, 121 min. LucasFilm Ltda., 1977.

STAR WARS V: O IMPÉRIO CONTRA-ATACA. De Irvin Kershner, 129 min. LucasFilm Ltda., 1980.

STAR WARS VI: O RETORNO DO JEDI. De George Lucas, 136 min. LucasFilm Ltda., 1983.

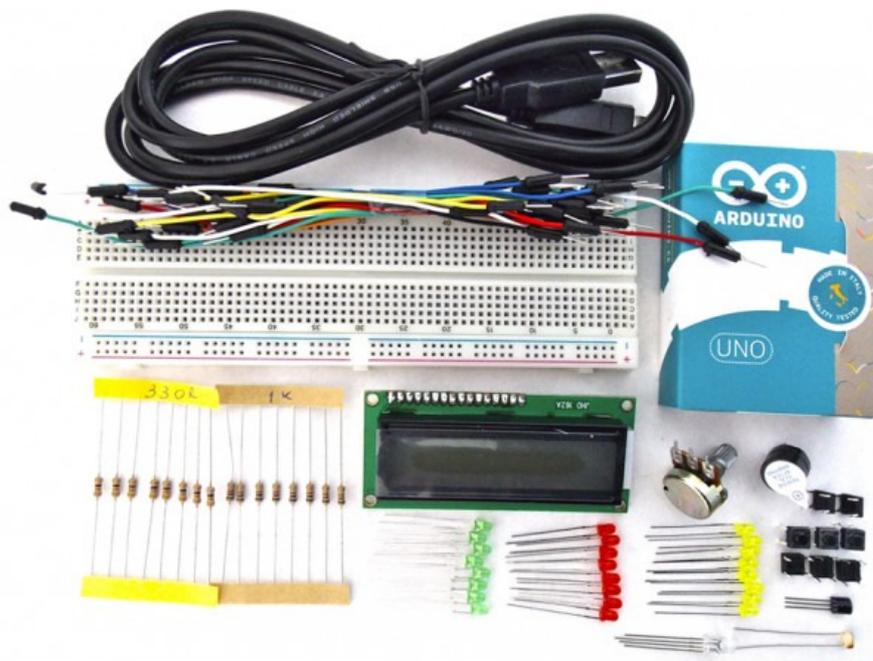
TRON – O LEGADO. De Joseph Kosinski, 2h e 7 min. Walt Disney Productions / LivePlanet, 2010.

TRON – UMA ODISSÉIA ELETRÔNICA. De Steven Lisberger, 1h e 36 min. Walt Disney Productions / Lisberger/Kushner, 1982.

APÊNDICE 1 – TESTANDO NO ARDUINO STARTER KIT

Antes de realizar testes no LilyPad Arduino, foi realizado um teste no Arduino Starter Kit. Esse kit tem como objetivo proporcionar ao usuário um primeiro contato com os produtos Arduino. O kit contém os seguintes equipamentos: LEDs, resistores, LCD 16x2, potenciômetro, transistores, circuitos integrados, além da placa Duemilenove, também pode ser utilizado um Arduino UNO.

Figura 44 – Arduino Starter Kit



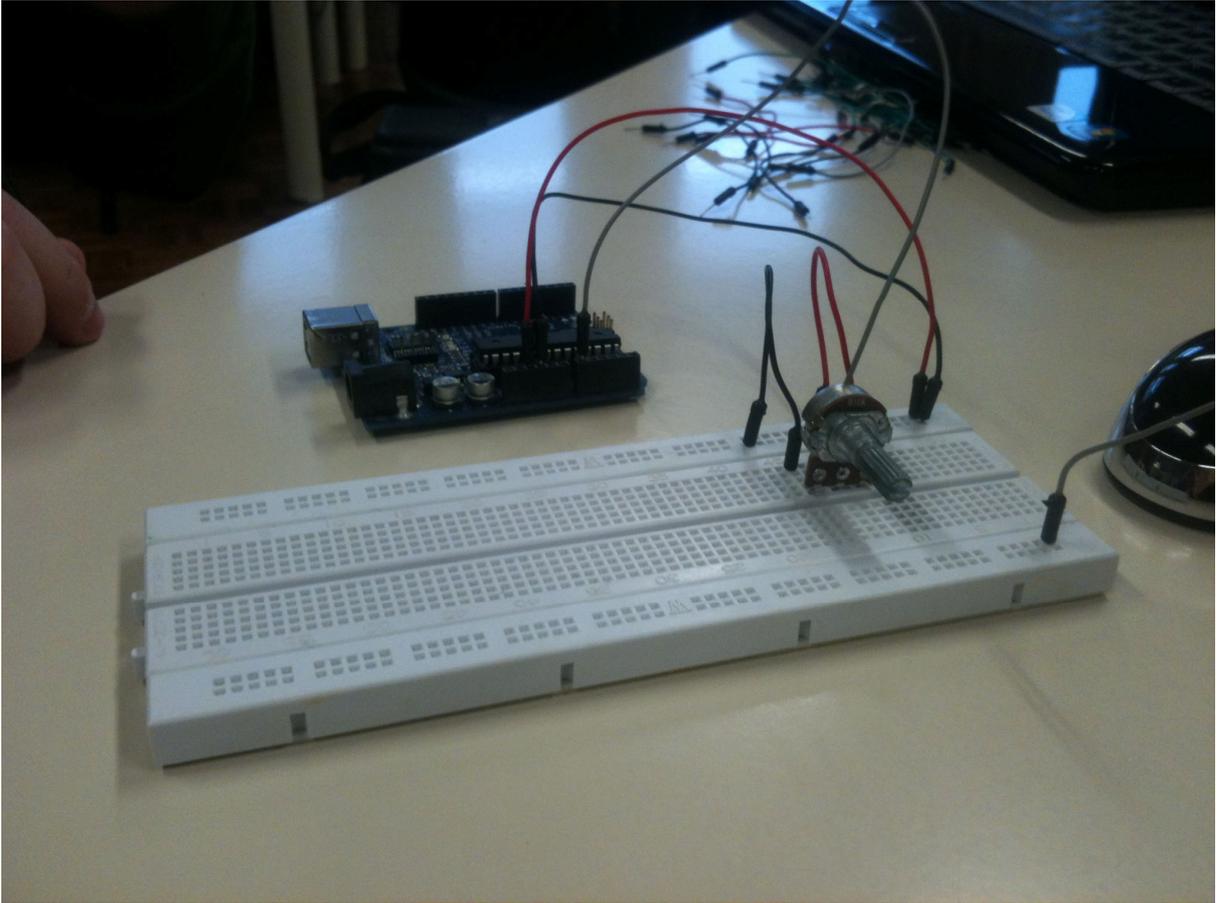
Fonte: <http://www.labdegaragem.org/loja/index.php/29-arduino/starter-kit-com-arduino-uno-rev-3-original.html>

Figura 45 - Código Teste

```
/*  
  Blink  
  Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.  
  
  This example code is in the public domain.  
*/  
  
// Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.  
// give it a name:  
int led = 13;  
  
// the setup routine runs once when you press reset:  
void setup() {  
  // initialize the digital pin as an output.  
  pinMode(led, OUTPUT);  
}  
  
// the loop routine runs over and over again forever:  
void loop() {  
  digitalWrite(led, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)  
  delay(1000);             // wait for a second  
  digitalWrite(led, LOW);  // turn the LED off by making the voltage LOW  
  delay(1000);             // wait for a second  
}
```

Fonte: O autor (2012)

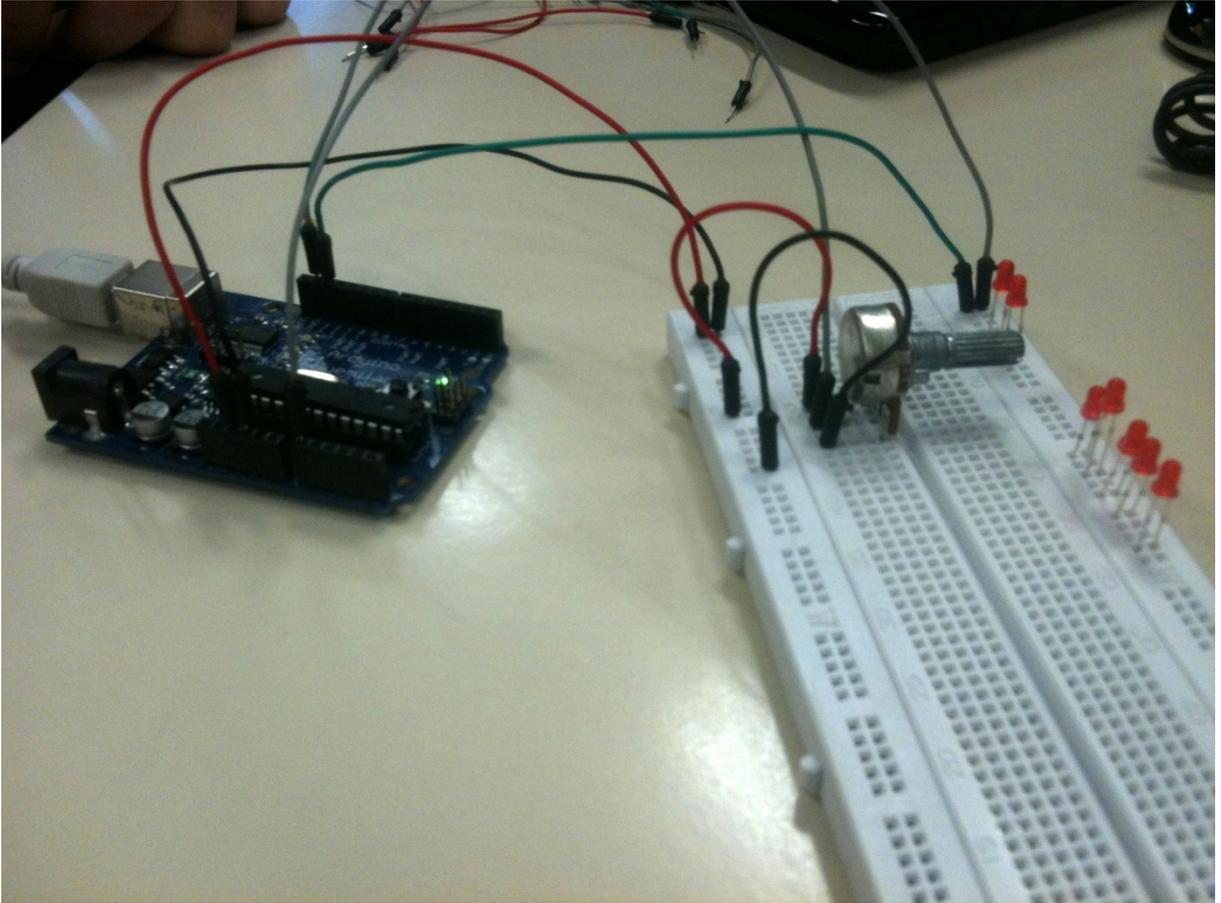
Figura 46 - Prototipagem do circuito



Fonte: O autor (2012)

1 – Prototipagem do circuito. (Alimentação da protoboard através do Arduino, o potenciômetro recebe alimentação da placa). Potenciômetro aqui faz o papel de simular os batimentos cardíacos.

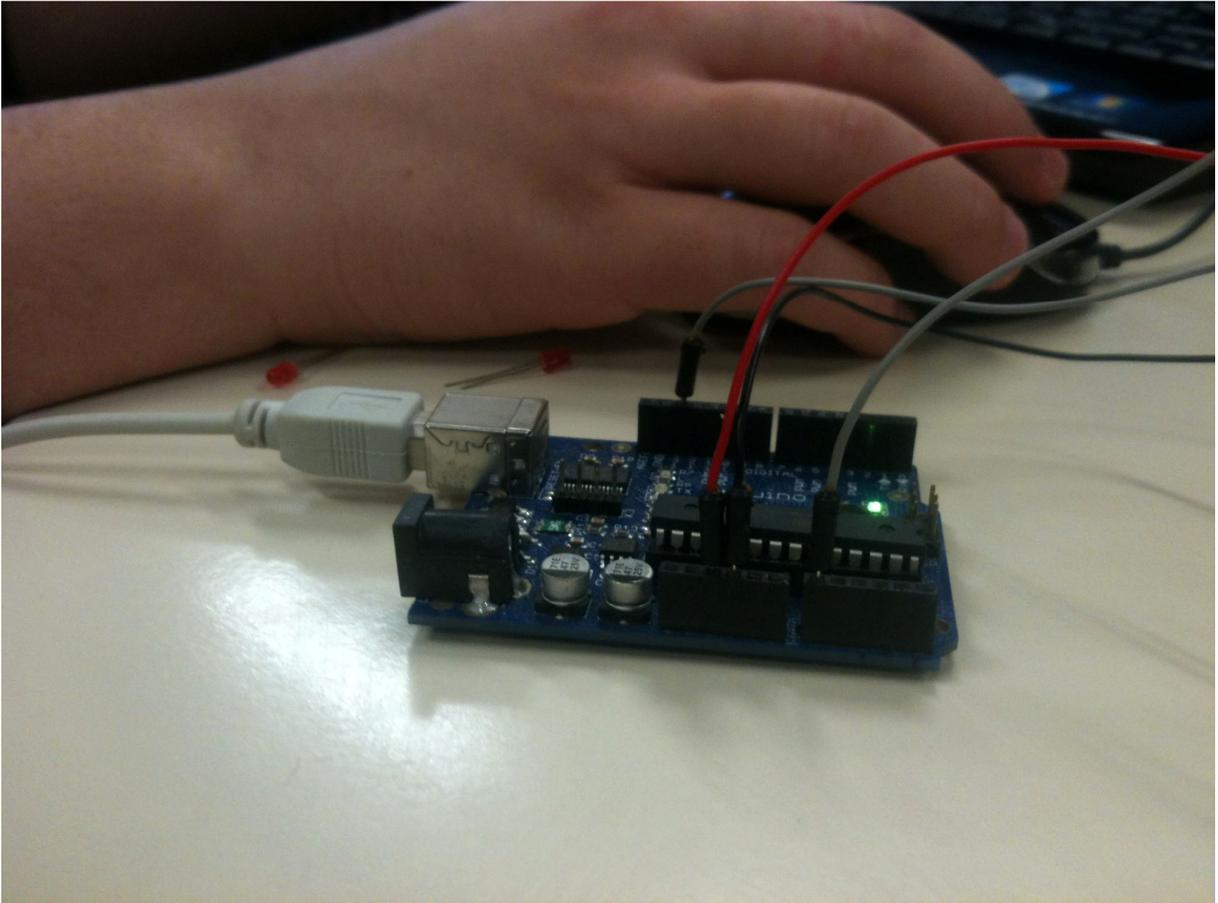
Figura 47 - Protótipo do circuito finalizado



Fonte: O autor (2012)

2 – Protótipo do circuito finalizado. Os LEDs são alimentados pelo Arduino, recebendo a variação de tempo do potenciômetro.

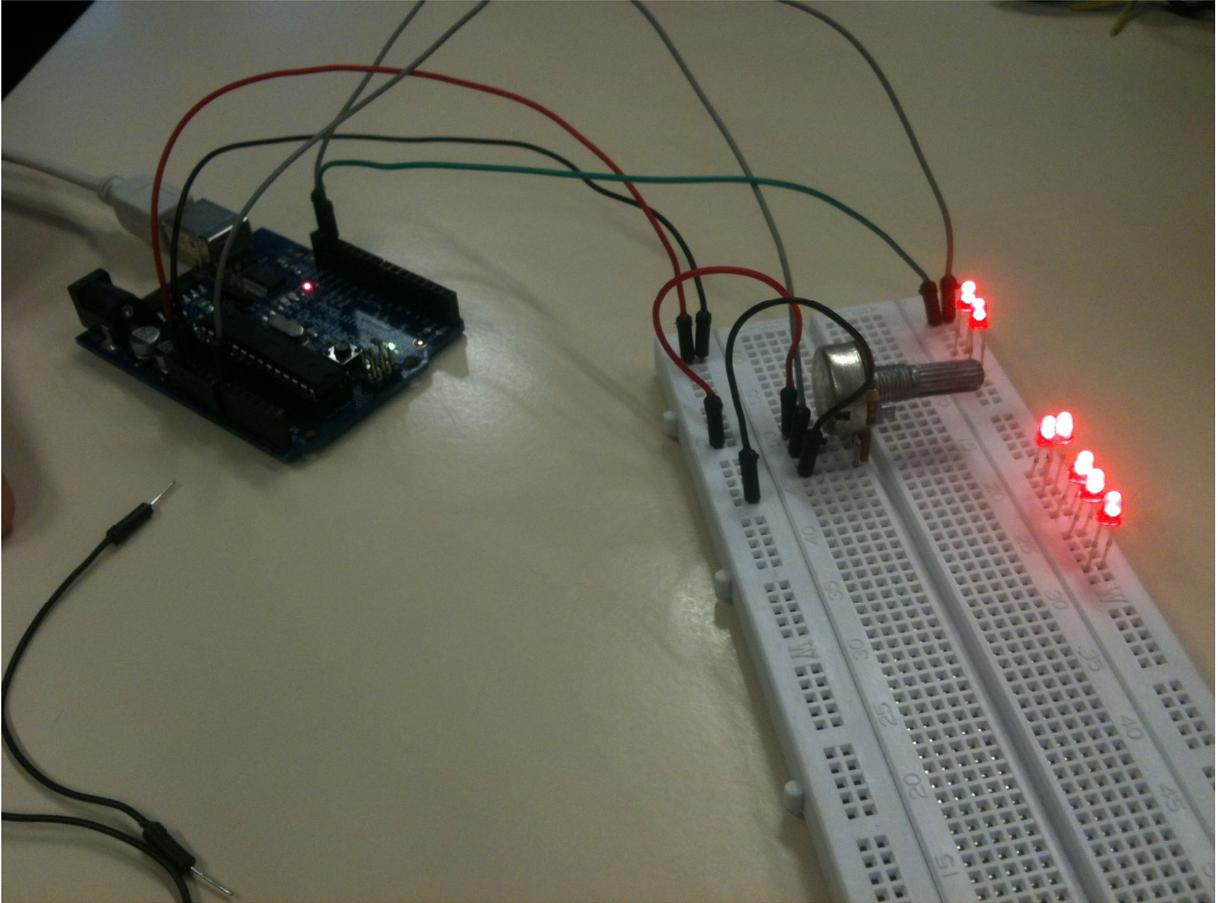
Figura 48 - Código sendo compilado



Fonte: O autor (2012)

3 – Código sendo compilado na placa do Arduino através de uma interface USB ligada ao computador.

Figura 49 - Protótipo em funcionamento



Fonte: O autor (2012)

4 – Protótipo em funcionamento, sendo alimentado pela interface USB do computador (5v), gerando uma variação através do potenciômetro que é dado como intervalo de tempo entre as piscadas dos LEDs.