



Universidade de Brasília
Instituto de Artes
Mestrado em Arte

FLAVIA REGINA DA MOTTA AMADEU

**SENSÍVEIS SIMBIOSES
INTERAÇÕES AFETIVAS**

Orientadora: **Dr^a. Tania Fraga**

Linha de Pesquisa: **Arte e Tecnologia**

Matrícula: 2004/26610

Brasília

Maio de 2006

*Para logo,
que no futuro sejam mais afetivas,
nã apenas as tecnologias,
mas as relações humanas.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida com saúde, inteligência e discernimento para traçar o meu caminho, e por todas as pessoas maravilhosas que fazem parte desta jornada. A minha família, por todo amor, apoio e responsabilidade no meu crescimento. Ao meu namorado Marlos Brayner, meu ponto de equilíbrio, por toda paciência, compreensão e carinho durante o mestrado. A minha orientadora de mestrado e amiga Tania Fraga, sempre dedicada e atenciosa, que neste período me guiou por novos horizontes e me abriu tantas portas; ao Professor Geovany A. Borges, por sua atenção e essencial colaboração no desenvolvimento da Jóia Afetiva; à equipe do Laboratório de Tecnologia Química da UnB (Lateq), em especial ao Professor Floriano Pastore e à Vanda, pela oportunidade do trabalho com a borracha da Amazônia e às novas experiências que resultaram em amizade e parceria para ser levada adiante; ao professor de português Rubens Roberto dos Santos, por sua disponibilidade e generosidade em revisar minuciosamente o presente trabalho; aos professores do mestrado, por toda contribuição no meu crescimento intelectual, alguns dos quais tenho hoje como amigos; ao amigo e professor Marco Antônio Ramos Vieira, por todo seu apoio, revisões, traduções, conselhos, indicações, empréstimos de livros, discussões teóricas, enfim, por sua amizade verdadeira e por tudo o que me ensinou; ao amigo Jorge Ferreira pela ótima tradução do paper sobre esta pesquisa que apresento em julho de 2006 na Inglaterra; aos meus fotógrafos e amigos João Paulo Barbosa e André Carvalho; à amiga Joana Prudente, pela prata da Jóia Afetiva. Enfim, a todos os amigos queridos, preciosidades na minha vida, que contribuíram direta ou indiretamente com a realização do presente trabalho, cito alguns: Leonardo Camércio, Ana Carolina Querino, Rodrigo Azevedo, Sônia Paiva, Naia La Bella, Cinthia Nepomuceno; e a tantas outras pessoas, que mesmo não sabendo, foram de fundamental importância nesse processo que é fazer um mestrado.

Agradeço à Capes pela Bolsa de Estudo de um ano durante o mestrado e ao Programa de Pós-graduação em Arte da UnB.

Flavia Amadeu

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
1. DO OLHAR AO CORPO INTEIRO	17
1.1. ARTE É 'COSA MENTALE'	18
1.2. UM NOVO TIPO DE CIÊNCIA CHAMADA ARTE.....	28
2. INTERAÇÕES HUMANO-COMPUTADOR MAIS AFETIVAS	35
2.1. COMPUTAÇÃO AFETIVA	38
3. VESTIMENTAS COMPUTACIONAIS E AFETIVAS.....	57
3.1. VESTIMENTAS AFETIVAS.....	62
3.2. TECNOLOGIA EM MATERIAIS.....	73
4. EXPERIÊNCIAS SENSÍVEIS	90
4.1. BORRAM-SE AS FRONTEIRAS	92
4.2. A JÓIA AFETIVA: PULSEIRA SENSÍVEL	105
4.3. INTEGRAÇÃO	115
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	123
BIBLIOGRAFIA.....	132
WEB SITES.....	139
CD-ROMS	146
EXPOSIÇÕES	146
ANEXOS	147

LISTA DE IMAGENS

- FIGURA 1: *Gravity Fluxions: Pulsations*
Figura 2: Simulação do Gravity Fluxions
Figura 3: Atrator Poético
Figura 4: Fluido de ferro e tablado
Figura 5: Interação humana com a obra Atrator Poético
Figura 6: Caleidoscópio hexagonal ligado à *Nanomandala*
Figura 7: Idem
Figura 8: Idem
Figura 9: Construção da mandala por monges tibetanos
Figura 10: Mandala
Figura 11: Interação do público com a *Nanomandala*
Figura 12: Dança performance na *Nanomandala*
Figura 13: Idem
Figura 14: Mapas de reconhecimento de expressão facial e movimentação energética
Figura 15: Flores *Hotohana*
Figura 16: *Kismet*
Figura 17: *Aibo*
Figura 18: *Tamagotchi*
Figura 19: *Spider World*
Figura 20: Atividade cerebral relacionada à dor
Figura 21: Vozes de Suzete Venturelli
Figura 22: OP_ERA: Haptic Wall, 2004
Figura 23: Op_Era Sonic Dimension
Figura 24: OP_ERA Hyperview
Figura 25: Vestido Avião do designer Russein Chalayan
Figura 26: *WearCam*
Figura 27: *Smart Shirt*
Figura 28: Esquema de vestimenta computacional afetiva
Figura 29: Roupas com memória
Figura 30: Desenho de *Vestis*
Figura 31: *Vestis*
Figura 32: Siggraph, Cyber Fashion Show 2005
Figura 33: Vestido *Firefly*
Figura 34: Vestido de metal líquido
Figura 35: *Electric Plaid*
Figura 36: Idem
Figura 37: Amostras de areia utilizadas pelos monges na construção da mandala
Figura 38: Idem
Figura 39: Língua Eletrônica
Figura 40: Temptoos
Figura 41: *Nanocompostos fotoluminescentes*
Figura 42: Uniforme camaleão
Figura 43: Testes com fio de nitinol e mola
Figura 44: Teste com fio de nitinol e silicone
Figura 45: Membrana Estimulável
Figura 46: Camisa Oriccalco
Figura 47: Protótipo de tela flexível com OLEDs
Figura 48: Capa de chuva Puddle Jumper
Figura 49: Vestimenta do futuro
Figura 50: Folhas de defumação líquida (FDL)
Figura 51: Animação tridimensional
Figura 52: Testes de pigmentação do látex no galpão TECBOR/UnB

Figura 53: Testes de cores e texturas com a borracha no galpão TECBOR/UnB
Figura 54: Testes finais e confecção da membrana de borracha no galpão TecBor
Figura 55: *Membrana Estimulável*.
Figura 56: Flavia com bolsa e brinco de borracha
Figura 57: Brincos de borracha
Figura 58: Colares de borracha Flavia Amadeu
Figura 59: Borracha tecida
Figura 60: Borracha tecida
Figura 61: Borracha tecida
Figura 62: Idem
Figura 63: Fluff de borracha
Figura 64: Borracha tecida com rami com relevo
Figura 65: O BOTO (*Behavioral Technological Organic Organism*)
Figura 66: Trabalhos desenvolvidos pelas alunas de design de moda
Figura 67: Pulseiras de borracha TECBOR
Figura 68: Luva Galvactivator
Figura 69: Diagrama de blocos do sistema eletrônico da jóia afetiva
Figura 70: Curva da tensão v em função da resistência R
Figura 71: Esquema ilustrativo do funcionamento do sistema
Figura 72: Primeiros testes com o sistema ainda em placas de montagem
Figura 73: Sistema fora da placa
Figura 74: Sistema embutido em pulseira de borracha para teste
Figura 75: Pulseira de borracha tecida com *nylon* por Flavia Amadeu
Figura 76: Esboços da pulseira afetiva
Figura 77: Idem
Figura 78: Protótipo da pulseira
Figura 79: Tecido de borracha tecida com *nylon* e placa de zinco
Figura 80: A pulseira
Figura 81: Estrutura da Jóia Afetiva
Figura 82: Idem
Figura 83: Sistema da jóia afetiva
Figura 84: Integração: sistema e pulseira
Figura 85: Integração pulseira e sistema: o sensor é o detalhe de prata da pulseira
Figura 86: Pulseira e sistema integrados
Figura 87: Jóia Afetiva

RESUMO

Sensíveis simbioses: interações afetivas é uma pesquisa teórica e prática cuja principal abordagem consiste no conceito de vestimenta computacional afetiva e os materiais que as estruturam, resultando na experiência de projetar e construir uma jóia afetiva para refletir e constatar os processos estudados, além da pesquisa prática de materiais envolvendo a borracha natural da Amazônia (Tecbor) e materiais estimuláveis. Tais vestimentas, equipadas com sensores e microchips, podem monitorar simultaneamente diversas variáveis biométricas captadas do corpo humano de forma não invasiva e estabelecer uma relação interativa entre o usuário, a tecnologia, o meio ambiente e as outras pessoas, ampliando, desse modo, possibilidades comunicacionais e expandem a percepção do seu usuário e de seus observadores quanto aos limites do seu corpo. Tal temática levanta questões como as relações simbióticas entre objetivo e subjetivo, mente e corpo, e entre áreas disciplinares diferentes como arte, design, ciência e tecnologia.

Palavras-chaves: *vestimenta computacional, emoção, computação afetiva, jóia afetiva, borracha da Amazônia, borracha Tecbor, materiais estimuláveis.*

ABSTRACT

Sensíveis simbioses: interações afetivas aims at a theoretical and practical research which focus on the concept of wearable affective computing and the correspondent materials that structure them. These studies are experienced in designing and manufacturing an affective jewel directed to reflecting upon the process of creation of wearable affective computing items. When equipped with sensors as well as microchips, it may simultaneously monitors biometric variables as they are captured from the body. This system runs in a not intrusive manner and establishes an interactive rapport between the user, the technology, the environment and the other. The affective wearable amplifies communicational possibilities and expands the perception of their users and observer as it regards the limits of their bodies. Besides, there is the practical research involving materials as the natural Amazon rubber (Tecbor) and smart materials.

Keywords: *wearable computing, emotion, affective computing, affective jewel, smart materials, Amazon rubber.*

Objetos do dia-a-dia tornam-se obras de arte, obras de arte tornam-se objetos de uso do dia-a-dia. Originais tornam-se reproduções, reproduções tornam-se originais, a ciência torna-se arte, a arte torna-se ciência. Nada fica onde estava, os objetos mudam de significados como uma função de seus contextos sociais e espirituais.

(Herbert Molderings, 2002, 20)

INTRODUÇÃO

Em decorrência dos avanços tecnológicos e científicos, o momento atual traz, desde o final do século XX, mudanças radicais com relação ao corpo, espaço e tempo. As novas tecnologias estão cada vez mais inseridas no cotidiano contemporâneo e, além das realidades virtuais, materializam-se em próteses, vestimentas, ferramentas que se integram cada vez mais ao corpo e ao meio ambiente, estabelecem correspondências e diálogos, adentram e diluem-se a ponto de tornarem-se imperceptíveis. Ciência e tecnologia investem em robótica, nanotecnologia¹, materiais, energia alternativa e biotecnologia; recursos que cada vez mais afetam a natureza e a vida humana tanto no âmbito físico quanto ontológico. As conseqüências destas transformações revelam-se em impactos de todo tipo: psíquicos, culturais, científicos, educacionais, ambientais. Segundo Lucia Santaella (2003, 181), este processo tem levado muitos analistas do social, cientistas, filósofos e artistas à consideração de que as sociedades humanas estão entrando em uma nova era.

Nesse contexto, os artistas inserem-se como pesquisadores de novas possibilidades, indicadores de desenvolvimentos futuros, questionadores, divulgadores, criadores de novas realidades e novos mundos de representações, enfim, como catalisadores da mudança de

¹ As nanociências e nanotecnologias estão associadas à habilidade de desenvolver estruturas orgânicas ou inorgânicas a níveis moleculares e atômicos (Tania Fraga, 2004, 170-1). Vide este conceito no capítulo 3.

percepção. Dessa forma, a arte exerce o importante papel de zona de integração nas abordagens tecno-científicas, e atua no desenvolvimento e na inovação tecnológica. Segundo Stephen Wilson (2003, 4), vive-se um momento interessante da história, no qual é, algumas vezes, difícil distinguir entre a pesquisa tecno-científica e a arte. Para Arlindo Machado (2001a, 24), as formas tradicionais de arte estão entrando em esgotamento; a confluência da arte com a tecnologia representa um campo de possibilidades e de energia criativa podendo resultar numa revolução conceitual e prática da arte.

Na integração arte, ciência, design e tecnologia, a troca e a colaboração permitem a expansão dos horizontes e a diluição das fronteiras entre o objetivo e o subjetivo. Ambos tornam-se peças importantes na emergência das novas tecnologias onde novas formas de percepção e de relação com o mundo precisam ser geradas. Desse modo, Marcel Duchamp e Lygia Clark são colocados como pontos de rupturas históricas por terem concedido à arte a liberdade da representação, e por terem reposicionado o artista, assim como o público em relação à obra. Segundo Herbert Molderings (2002, 15), Duchamp trouxe uma mudança fundamental para a consciência atual do que é artisticamente possível. Atualmente a interatividade é uma das características cada vez mais presentes nas obras de arte e tecnologia, pois, em geral, são obras abertas, que incitam a sua própria reconstrução, reorganização ou modificação a partir das escolhas e ações desencadeadas pela participação do público, fator essencial para que a obra aconteça.

Nesse campo de união da arte, ciência e tecnologia, os neurologistas Richard Citowic e António Damásio mostram a importância da emoção nos processos da razão. Para Richard Citowic (1993, 227), o mundo é múltiplo e um único enquadramento não pode abarcar tudo, nem a ciência, nem a arte, nem a análise, nem a intuição, assim é preciso encontrar uma harmonia entre subjetividade e objetividade. Segundo Damásio (1996, 11), até pouco tempo atrás, tanto em termos mentais como em termos neurológicos, os mecanismos da razão existiam em uma regra separada da mente e quando se pensava no cérebro subjacente a essa mente, assumia-se a existência de sistemas neurológicos diferentes para a razão e para a emoção. De acordo com Citowic (1993, 192), a emoção contribui para a maior eficiência do cérebro e dota os seres humanos da capacidade estética e criativa.

Atualmente cientistas, tecnólogos e artistas vislumbram a possibilidade de se fazer computadores mais inteligentes e amigáveis ao se combinar recursos da emoção com a lógica das máquinas gerando *computadores afetivos*, termo utilizado por Rosalind Picard (1998), engenheira do MIT (Massachusetts Institut of Tecnology - Media Lab.), ao propor sistemas computacionais explorando qualidades emocionais. Rosalind Picard (1998) desenvolveu o conceito de computação afetiva, trata-se do desenvolvimento de sistemas computacionais que lidam de alguma forma com a emoção humana, seja ao captar, interpretar e expressar emoções, seja ao integrar-se ao meio ambiente de forma natural e inteligente ou agir a partir de estímulos físicos do corpo ou do meio.

Tecnologias afetivas são, assim, aquelas que estabelecem relações com os seres humanos e o meio ambiente a partir do mapeamento de estímulos emocionais e físicos; são objetos ou ferramentas construídos com materiais especiais, sistemas avançados compostos com sensores sensíveis. Tais máquinas não necessitam ter formas antropomorfadas, no entanto intenta-se que funcionem como organismos vivos e/ou inteligentes. Essas simulações operam de forma complexa, em ambientes que evoluem em suas respostas. Podem ser sistemas abertos capazes de reagir aos estímulos dos usuários e ainda, capazes de aprender e armazenar dados enviados ou causados pela ação dos mesmos. Assim, o desenvolvimento da computação afetiva representaria um aperfeiçoamento na interação humano-computador, o que representa para Picard (1998, X), uma possibilidade encorajadora no sentido de proporcionar uma maior consciência da comunicação e das necessidades emocionais humanas.

É interessante notar que a afetividade está diretamente ligada à interatividade, seja entre humanos ou entre humanos e outros seres vivos ou máquinas ou objetos. Os sistemas e objetos computacionais, ao tornarem-se cada vez mais orgânicos e complexos, possibilitam um tipo de interação não mais frontal, mas mais ampla, localizada no corpo inteiro e no ambiente circundante. Os artistas parecem ser os primeiros a terem acesso a essas tecnologias antes de virarem produtos que vão para o mercado, para as escolas e os hospitais. São eles os visionários a definir possibilidades poéticas e os questionadores das realidades contemporâneas. Neste estudo, percebe-se também a importância do corpo como janela das

representações cerebrais e meio de interação com o mundo, pois, segundo Damásio (1996, 114-5), o organismo constituído pela parceria cérebro-corpo interage com o ambiente como um conjunto, não sendo a interação só do corpo ou do cérebro.

Essa aproximação crescente das máquinas com o corpo e o desenvolvimento de novos materiais possibilitam a criação de sistemas computacionais vestíveis. Definidas por Picard (1998) como *vestimentas computacionais afetivas*, os sistemas computacionais vestíveis são capazes de estabelecer relações comunicacionais com o corpo do usuário e com o ambiente a sua volta, além de permanecerem em contato com qualquer parte do corpo (e não somente mãos e dedos) por longo período de tempo. As vestimentas computacionais expandem as funções corporais e ampliam o relacionamento do ser com o mundo, podendo estabelecer também relações de conectividade.

Embora a idéia de vestimenta afetiva (*affective wearable*) possa ser identificada latente em alguns artistas, designers e cientistas no decorrer do século XX – como nos escritos de Nbert Wiener sobre a cibernética em que ele descreve uma luva para pessoas surdas que traduziria estímulos sonoros para estímulos táteis, como na roupa idealizada pelo artista futurista e visionário Giacomo Balla – é apenas no final dos anos 90 que os termos e conceitos de vestimenta computacional (*wearable computing*) e computação afetiva (*affective computing*) passam a existir como modalidade ou área de pesquisa interdisciplinar por natureza. Assim, as pesquisas e desenvolvimentos nessa área são recentes e têm sido realizados em centros

de pesquisas tecnológicas e laboratórios de engenharia em equipes interdisciplinares que envolvem, além de engenheiros, artistas, psicólogos, médicos, designers, cientistas da computação, entre outros profissionais.

Tais vestimentas estão diretamente relacionadas aos materiais que as estruturam. De acordo com Jim Gimzewski e Victoria Vesna (2004), os novos avanços tecnológicos e científicos representam uma mudança de percepção da realidade, de uma cultura puramente visual para uma cultura sensorial e conectiva. Segundo esses autores, artistas, cientistas e pensadores devem se unir para a criação desse imaginário ainda em construção. Segundo Wilson (2003, 15), cientistas cognitivos e pesquisadores de inteligência artificial criam novos *insights* sobre a natureza da mente e o relacionamento da realidade material com o pensamento humano. São pesquisas em pleno desenvolvimento e muito ainda é projeto, ficção científica a caminho da realidade. Neste meio, artistas não têm apenas contribuído com os cientistas, mas ao contrário, são em grande parte projetos de artistas invadindo os laboratórios e mobilizando diversas áreas para a sua realização.

Sensíveis simbioses: interações afetivas é uma pesquisa teórica e prática cuja principal abordagem consiste no conceito de vestimenta computacional afetiva, desenvolvido a partir do conceito de computação afetiva, com base nos estudos de Richard Citowic, António Damásio e Rosalind Picard. Tal temática levanta questões como as relações simbióticas entre objetivo e subjetivo, mente e corpo, e entre áreas disciplinares diferentes como arte, design, ciência e tecnologia.

O último capítulo corresponde à aplicação e reflexão sobre o processo de criação de vestimentas afetivas. Trata-se do desenvolvimento de uma jóia afetiva, uma pulseira sensível a estímulos fisiológicos do corpo correspondentes a estados psicológicos. Construída com a borracha ecológica da Amazônia, desenvolvida pelo projeto TecBor (Tecnologia da Borracha) do Lateq/UnB (Laboratório de Tecnologia Química da Universidade de Brasília) e em parceria com o professor Geovany Borges do Grupo de Instrumentação, Controle e Automação (Leve) do Departamento de Engenharia Elétrica da UnB no desenvolvimento do sistema computacional, a pulseira equipada com sensor e *microchip* é capaz de captar a condutividade elétrica da pele, reação desencadeada por estímulos psicológicos internos e externos, e traduzidos pela pulseira em graduações luminosas de cores. O processo de concepção e construção da pulseira afetiva coloca em prática não só o conceito de vestimenta computacional afetiva, mas também a prática interdisciplinar no relacionamento entre áreas diferentes do conhecimento, estabelecendo sensíveis simbioses entre objetivo e subjetivo.

1.

DO OLHAR AO CORPO INTEIRO

A porta do batistério de Ghiberti é considerada por Ernst Gombrich (1990) como um divisor de águas entre a arte da Idade Média e a Renascença, pois marca a consciência de progresso artístico e a missão do artista em contribuir para o engrandecimento da época. A concepção de progresso artístico renascentista é assim justificada, com o espírito de *dimostrazione* em que um grande mestre demonstrava de forma engenhosa e incomum a solução de um problema tradicional de arte. Essa concepção estava ligada à capacidade do organismo de atingir a perfeição, fator que é transferido para a máquina a partir da Revolução Industrial quando se deposita nas máquinas a esperança da perfeição. Tanto a concepção de progresso quanto o espírito de *dimostrazione* parecem ter deixado resquícios que prevalecem até os dias de hoje, na busca artística de superar o que já existe e inovar. Assim, a área 'arte e tecnologia' se estabelece como categoria da arte contemporânea, vertente da vanguarda atual, incluindo a pesquisa científica e o desenvolvimento de projetos colaborativos. Os modos de pensar e produzir resultados são baseados em processos e não apenas em produtos (Arantes, 2005). Neste contexto interdisciplinar, novos agenciamentos e modos de pensar criativos, dentro dos laboratórios e centros de desenvolvimentos tecnológicos, são crescentes. A arte de vanguarda contemporânea invade os laboratórios e age como centro de

interação e integração entre áreas, diluindo rígidas delimitações entre as áreas das ciências e das artes. As combinações de disciplinas são irredutíveis a um denominador comum em relação à arte e tecnologia, assim como os diversos pontos de vista permitem infinitas variações. Segundo Stephen Wilson (2003, 4), vive-se um momento interessante da história, no qual algumas vezes é difícil distinguir entre a pesquisa tecno-científica e a arte. No entanto, a integração entre arte, ciência e tecnologia reflete os processos históricos transformadores por que passa a contemporaneidade, influenciando a percepção de mundo e o conceito de arte, não tendo origem apenas em invenções e desenvolvimentos correntes.

1.1. Arte é ‘cosa mentale’

Até a Revolução Industrial, os conhecimentos prático e teórico foram vistos como coisas distintas. A partir dessa revolução, ciência e tecnologia começaram a dialogar. Enquanto Duchamp, segundo Moldering (2002, 15), trouxe uma mudança fundamental para a consciência do que é artisticamente possível, ao pretender abolir as distinções, como por exemplo, entre natureza e cultura; sagrado e profano; arte e vida; ciência e não-ciência. Assim, os *ready-mades* de Duchamp são considerados uma quebra radical no discurso material e formal mantido desde o início da Renascença, quando o artista surge como um cientista ao mesmo tempo que se introduziu uma visão unidimensional e polarizada de mundo. Duchamp preservou e incorporou nos *ready-mades* a idéia perdida desde a

Renascença, de que arte é, primeiramente e principalmente, uma “cosa mentale” (Leonardo da Vinci) e não uma questão de representação – de uma correspondência com uma ordem natural assumida, sem tempo, absoluta. Ele não estava mais interessado em criar objetos estéticos – em outras palavras, “obras de arte” – mas em expressar idéias de um modo pragmático, as idéias de relativismo², historicismo³ e nominalismo⁴, utilizando meios de expressão pertencentes à era industrial de 1913 em diante (MOLDERINGS, 2002, 17). Ressurge, assim, a *téchne* da Grécia Antiga, que se referia a toda prática produtiva inclusive à produção artística, sem distinção entre arte, técnica e a produção geral do conhecimento (ARLINDO MACHADO, 2001a, 24).

Os *ready-mades* de Duchamp representaram, por um lado, o ato do próprio artista em quebrar e propor novas convenções, por outro lado, a contingência do reconhecimento desse ato pela sociedade. Apesar de para Duchamp a arte ser um tipo de jogo intelectual, ela não tinha que se fazer sem propósito ou arbitrária. Pelo contrário, Duchamp a via como um meio de formatar os sentidos para a realidade contingente de pensamentos e ações, pelo fato de que as verdades são construídas na mente, que não existe nada absoluto, permanente ou eternamente duradouro – nem na arte, nem em nenhum outro campo do pensamento (MOLDERINGS, 2002, 19).

² Relativismo: teoria filosófica que se baseia na relatividade do conhecimento (HOLANDA, Aurélio Buarque. Novo Dicionário da Língua Portuguesa, Rio de Janeiro: Nova Fronteira).

³ Historicismo: doutrina segundo a qual a história de um objeto é suficiente para lhe explicar a natureza ou valor. *Ibidem*.

⁴ Nominalismo: doutrina filosófica segundo a qual as idéias gerais não existem e os nomes que pretendem designá-las são meros sinais que se aplicam indistintamente a diversos indivíduos. *Ibidem*. Duchamp demonstra em seu trabalho sua visão nominalista de que todos os axiomas, princípios e leis eram invenções e construções dos cientistas e não refletiam a verdadeira essência da realidade mas constituíam a constante mudança das verdades (MOLDERING, 2002, 15).

Ao contrário dos conceitos de Duchamp, os movimentos utópicos da arte com seus manifestos Futuristas, Puristas, Construtivistas, Surrealistas eram uma busca pela verdade. Kandinsky, Kupka, Mondrian e Malevich viam a nova pintura como ser 'absoluto', como um esforço para descobrir uma verdade na arte que fosse sem tempo, irrefutável, eterna (MOLDERINGS, 2002, 16). Gabo *apud* Herbert Read, (1955, 135) pontua que: “uma imagem construtivista não é apenas uma imagem, mas o que pela sua verdadeira existência como visão plástica deve provocar em nós, as forças e desejos de aperfeiçoar o mundo, confirmá-lo e assisti-lo em maiores desenvolvimentos”.

De acordo com Machado (2001a, 25), os movimentos artísticos do século XX refletiram os problemas emergentes do universo das técnicas e das ciências, mostrando-se coerentes e afinadas com o estágio correspondente do pensamento científico e tecnológico como o Impressionismo, o Construtivismo, a Bauhaus, a arte concreta, a música eletrônica, a Op Art e a arte cinética.

Hoje os campos das ciências exatas e humanas começam a compreender que as verdades são campos movediços e mutáveis. A arte toma para si o caráter pesquisador, até mesmo metodológico enquanto a ciência abre-se para o sensível, para o experimentalismo, para novas possibilidades ao estabelecer trocas com disciplinas diversas. No entanto, o ideal construtivista de reelaborar o mundo e contribuir para o seu desenvolvimento é uma herança que permanece atual para a vertente arte e tecnologia.

“Com Duchamp, os limites entre fazer e julgar arte entre autor, espectador e juiz foram reduzidos ao quase-nada (*infra-mince*) do enunciado ‘isto é arte’” (MARISA FLÓRIDO, 2002, 23). O princípio da seleção – a decisão sobre este ou aquele formato, esta ou aquela cor, este ou aquele jeito de dividir a imagem, o que nos olhos de Duchamp era o princípio intelectual mais importante governando o ato da pintura – pode ser realizado em qualquer coisa. A tela não é mais necessária, mas a capacidade idéia-criadora do pensamento artístico.

Segundo Magno, os *ready-mades* desumanizaram a arte, o que é, de acordo com Ortega y Gasset (2001, 10-11), não mais representar, mas desrealizar; pode-se partir de qualquer objeto, não para reproduzir, mas para destruir, reconstruir, tocar novos ângulos, vislumbrar novos horizontes.

Apesar da necessidade de improvisar outra forma de tratamento de viver as coisas e criar o inédito, fugir da realidade – o que o vulgo crer ser muito fácil – não é enfileirar palavras ao acaso, mas é muito mais difícil, pois deve-se construir algo que não seja o habitual mas que contenha alguma substantividade (Ortega y Gasset, 2001, 42-3).

Duchamp foi responsável por uma nova dimensão artística ao abrir a obra de arte ao olhar do espectador. Segundo Szeemann (2002, 9), para Duchamp, é o recebedor quem completa a obra de arte, limites que a arte contemporânea só iria problematizar, por exemplo, ao reivindicar “a obra de arte não mais como o arcabouço de uma presença preexistente, mas como uma incompletude que exige a proximidade do espectador” (MARISA FLÓRIDO, 2002, 23).

Antes mesmo que a ciência tivesse reconhecido oficialmente o princípio de que o observador intervém para modificar de alguma forma o fenômeno observado, Gadda sabia que ‘conhecer é inserir algo no real; é, portanto, deformar o real’. Donde sua maneira típica de representar deformando, e aquela tensão que sempre estabelece entre si e as coisas representadas, mediante a qual quanto mais o mundo se deforma sob seus olhos, mais o *self* do autor se envolve no processo, e se deforma e se desfigura ele próprio” (Ítalo Calvino, 1990, 123).

Duchamp desencadeou o processo de abertura da obra de arte às múltiplas interpretações e foi seguido na passagem dos anos 50 e 60 por artistas que se dedicaram não simplesmente à renovação do espaço pictórico, mas à sua destruição. Segundo Ricardo Fabbrini (1994, 7) o desejo desses artistas era o de “deslizar dos processos da arte às sensações da vida”, busca esta que estende nas tendências artísticas contemporâneas. Assim o trabalho desestetizador decretou a morte do plano e do suporte, tendeu ao objeto e investiu nas proposições vivenciais, aliando conceitualismos e participação corporal, tornando o espectador em participante e coadjuvante da obra de arte.

Segundo Fabbrini (1994, 7-8), a invasão das ações da vida na arte parecia ser o caminho para efetivar o pressuposto moderno de abertura do campo estético, manifestados em práticas e comportamentos de ruptura que apontavam para a transformação dos sistemas. A atividade artística passa a deslocar o enfoque das obras para a produção dos acontecimentos, ações, experiências, objetos, em que se articulam o conceitualismo, gestualidades e rituais do corpo.

Seguindo essas tendências, os artistas brasileiros Lygia Clark e Hélio Oiticica, do Movimento Neoconcreto durante as décadas de 50 e 60 no Brasil, foram relevantes internacionalmente no estabelecimento de um novo

tipo de relação do público com a obra de arte, assim como uma nova percepção espaço-temporal. Lygia e Hélio conceberam o movimento em termos de possibilidades experimentais, em obras abertas à sensibilidade do participante que era convidado à participação corporal e sensorial. As *capas de vestir (parangolés)* de Hélio Oiticica e os *objetos relacionais* e as *esculturas de vestir* de Lygia Clark eram processos de busca abertos à descoberta corpórea e psíquica dos 'ex-espectadores', esse processo constituía a obra de arte (FABBRINI, 1994). Segundo Lucia Santaella (2003, 256), ambos anteciparam a linha de força das artes tecnológicas recentes: a interatividade.

Lygia, após enfrentar uma série de superfícies moduladas até 1959, criou a série *Bichos*, o que a conduziria às proposições sensoriais de 1965 a 1975 e finalmente à terapia com os objetos relacionais (FAVORETO IN FABBRINI, 1994, 14-5). Em *Bichos* toda manipulação é uma reorganização estrutural da obra, cuja forma no espaço é o resultado da ação motora do participante: 'sua intenção criadora'. O espectador transforma-se em ex-espectador, manipulador, e traz o não-objeto à vida. É "um espaço vivencial que nasce da integração entre o movimento corporal e o deslocamento dos planos que ele provoca" (FABBRINI, 1994, 72).

As obras participativas de Clark convidavam o espectador, quase que afetivamente para um estabelecimento relacional do corpo e da emoção. Várias obras tecnológicas possuem uma busca similar, pois intentam tornar as máquinas objetos amigáveis e sedutores, a ponto de serem capazes de estabelecer relações humano-máquina que lidem com os

aspectos físicos, emocionais, sensórios do interator, é uma busca que vai do olhar ao corpo inteiro. Os trabalhos de Duchamp e Lygia reverberam em todos os movimentos subseqüentes pois deram à arte o seu maior trunfo: a possibilidade de exercitar-se a liberdade com todos os sentidos.

No entanto, há, ainda hoje, falta de credibilidade para com a arte que se sucedeu após Duchamp. Há quem rejeite a arte que atua em colaboração com a tecnologia e a ciência por não considerar a arte uma ciência e a ciência uma arte. Realmente as fronteiras muitas vezes deixam de existir, e os espaços de atuação tornam-se por demais movediços.

Arlindo Machado (2001a, 33) lamenta que,

infelizmente, a reflexão teórica encontra-se entorpecida por pressupostos herdados de teorias estéticas em obsolescência, puristas demais para se dar conta de um amalgama de fatores infinitamente mais complexos e heterogêneos do que aqueles que definiam a primeira revolução da modernidade.

Para Machado (2001a, 24), as formas tradicionais de arte estão entrando em esgotamento, a confluência da arte com a tecnologia representa um campo de possibilidades e de energia criativa que já tem resultado numa mudança perceptiva e conceitual da arte. O momento atual é, em todos os níveis, demasiado intenso em termos de inovações tecnológicas, descobertas e avanços científicos. Os artistas têm agora novas necessidades, a de serem mais racionais, específicos e metodológicos agindo muitas vezes como cientistas, e procuram simultaneamente trazer a subjetividade e a emoção à ciência integrando-as naquilo que concebem como arte para assim realizarem novas poéticas.

Segundo Arlindo Machado (2001a, 21), os artistas encontram-se no

meio de duas tendências de pensamento com relação às novas tecnologias, uma apocalíptica e outra integracionista. De acordo com o autor, apesar da nova era apresentar toda espécie de problemas e perigos, ela também pode ser compreendida de “uma forma menos apocalíptica, como um período em que os seres vivos, ambiente natural e dispositivos tecnológicos não estarão mais destinados a ser rivais ou, ao menos, deixarão de ser vistos como entidades fundamentalmente diferentes entre si” (MACHADO, 2001b, 72).

O artista Eduardo Kac, em contraposição ao estereótipo criado pela mentalidade advinda da ficção científica de robôs retratados como rivais ou escravos humanos, procura estabelecer relações entre seres humanos, máquinas e meio ambiente, criando assim uma nova ecologia em que estes elementos ocasionalmente criam intercâmbios simbióticos como em suas obras *Rara avis* e *Darker than Night* nas quais robôs simulam seres vivos e passam a relacionar-se com o meio ambiente, os seres vivos que o habitam e com o público (MACHADO, 2001b, 82-3). “Kac sugere que formas emergentes de interfaces homem-máquina mudam profundamente as bases de nossa cultura antropocêntrica e futuramente devem reconciliar o corpo humano tanto com a biosfera quanto com a tecnosfera” (MACHADO, 2001b, 80).

Roy Ascott (2001, 58-9), ao comparar o momento atual com os anteriores, coloca a arte contemporânea como inevitavelmente mais construtiva e conectiva do que expressiva, e consideravelmente mais complexa tanto semanticamente quanto tecnologicamente. Essa visão torna-se clara em seu *Moist Manifesto* [Manifesto Úmido],

entre o mundo seco da virtualidade e o molhado da biologia está o domínio *moist*, um novo interespaço de potencialidade e promessa. *Moistmedia* (combinando bits, átomos, neurônios, gens em todo tipo de combinação) constituirá o substrato da arte do novo milênio, uma arte transformativa contribuirá para a construção de uma realidade fluida. O que significará o espalhamento da inteligência por toda parte de ambientes construídos combinado com o reconhecimento da inteligência que reside em cada parte viva do planeta.

Segundo Ascott, a chave para entender este novo estado do ser é a linguagem: o entendimento de que a linguagem não é meramente um método para comunicar idéias sobre o mundo, mas é uma ferramenta para trazer o mundo à existência. Para ele, arte é uma forma de autocriação de si mesmo e do mundo, não importando se ocorre por meio da programação digital, dos códigos genéticos, articulação do corpo, imagem, simulação ou construção visual. Arte é pesquisa por novas linguagens, novas metáforas, novas formas de construir a realidade, e meios de redefinição de nós mesmos, reestruturação da consciência. Assim, *Moistmedia* é a mídia transformativa, linguagem que envolve todos os sentidos e pode ir além, convidando para o envolvimento com a recente ciberpercepção e a redescoberta da psi-percepção, sendo os *Moistsystems* agentes de mudança e *Moist Environment* um meio ambiente dinâmico, localizado na convergência do digital, biológico e espiritual, envolvendo essencialmente inteligência artificial e humana em um processo não-linear emergente (ASCOTT, 2001, 59-60).

Segundo Machado (2001a, 24),

talvez o raciocínio de Walter Benjamim possa ser aplicado à arte produzida com recursos tecnológicos, não para saber se é arte ou

não, mas para perceber que a existência dessas obras e sua proliferação, a sua implantação na vida social colocam em crise os conceitos tradicionais e anteriores sobre o fenômeno artístico, exigindo formulações mais adequadas à nova sensibilidade que agora emerge.

É necessário, para tanto, que os artistas estejam bem instruídos e engajados, para que não atuem superficialmente neste campo. Mais do que nunca, arte é '*cosa mentale*' como disse Leonardo da Vinci e como lembrou Duchamp.

1.2. Um novo tipo de ciência chamada arte

Como acredita Paul Brown (*apud* WILSON, 2003, 28), os historiadores da arte do futuro deverão olhar para trás e perceber que neste período a maioria das contribuições estéticas vieram da ciência e não da arte. Talvez a ciência esteja desenvolvendo-se para um novo tipo de ciência chamada arte, uma matéria interdisciplinar novamente.

Atualmente os centros mais avançados de pesquisa estética estão localizados em grandes centros de pesquisas tecnológicas e científicas, como no Media Lab. do Instituto Tecnológico de Massachusetts – MIT. Há também instituições que criam situações facilitadoras para o desenvolvimento de colaborações entre artistas e cientistas como o Banff New Media Centre no Canadá e o The Arts Catalyst, agência inglesa de arte-ciência. Fundada em 1993, a organização The Arts Catalyst promove e ativa um espaço de diálogo entre projetos de arte e ciência e sua percepção pelo público. Questões como biotecnologia, ecologia, pesquisa espacial, pesquisa em micro e super-gravidade, astrofísica, biodinâmica, e pesquisas remotas em ciência, arte e mídia tátil são abordadas em projetos realizados em parceria com museus, galerias, laboratórios científicos dentre outros.

O grupo The Arts Catalyst tem investigado a exploração do ar e do espaço desde 1997, laboratórios interdisciplinares em 'gravidade zero' têm sido organizados, atualmente com contratos da Agência Espacial Europeia para desenvolver recomendações para um planejamento cultural para a Estação Espacial Internacional. Assim, artistas atuantes em diferentes áreas

têm realizado performances e projetos diversos em vôos parabólicos durante os quais obtêm-se gravidade variável entre zero e dois. Esses vôos são realizados juntamente com o suporte de uma equipe de cientistas espaciais com especialidades diversas. *Gravity Fluxions: Pulsations* é um desses projetos a ser realizado ainda em 2006 e 2007 pelos artistas Tania Fraga⁵ (Brasil), Frank Pietronigro⁶ (EUA). e Gavin Starks⁷ (Reino Unido). Os artistas planejam conduzir, durante um vôo parabólico, uma performance experimental que testará o comportamento de uma estrutura flexível de borracha⁸. Considerada como um “organismo artificial” pelos artistas, a hipótese é que a estrutura crescerá com a falta de peso de uma situação bidimensional para um volume tridimensional que flutuará com o corpo dos interatores. O vôo parabólico faz parte das atividades do 25^o ISDC 2006 (ISDC 2006: Space Art Track).

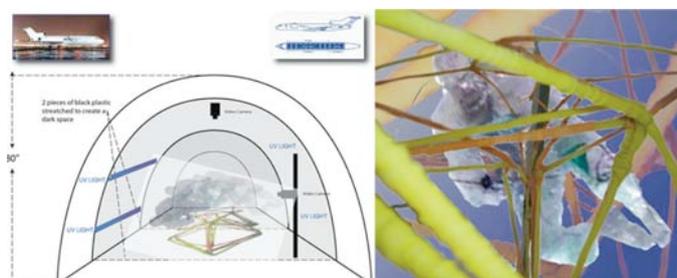


Figura 1: *Gravity Fluxions: Pulsations*, estudos do ambiente em vôo parabólico, vistas da instalação dentro do avião e simulação mostrando a interação de Frank com o BOTO. Visualização do projeto por Frank Pietronigro. Imagens cedidas por Tania Fraga.

Com a intenção de estender a experiência metafórica de fluidez e falta de gravidade para o público na terra, será desenvolvida uma instalação

⁵ Tania Fraga na internet: <http://www.lsi.usp.br/~tania/>, <http://www.unb.br/vis/lvpa/> e <http://planeta.terra.com.br/arte/lvpa2002/ResponsiveSurface/>. Acesso em: 30/03/2006.

⁶ Frank Pietronigro na internet: <http://www.zgac.org>, <http://www.pietronigro.com>, <http://www.fortune.com/fortune/thisjustin/0,15704,1096772,00.html> e <http://www.kqed.org/spark/artists-orgs/spaceart.jsp>. Acesso em: 30/03/2006.

⁷ Gavin Starks na internet: <http://www.dgen.net/biog/gavinstarks.htm>. Acesso em: 30/03/2006.

⁸ A borracha utilizada está em pesquisa e desenvolvimento pelo projeto Tecbor (Tecnologia da Borracha da Amazônia) no Lateq (Laboratório de Tecnologia Química da Universidade de Brasília) e visa ao desenvolvimento sustentável de comunidades seringueiras da Amazônia (www.lateq.unb.br).

estimulável. Nessa instalação a estrutura de borracha será equipada com sensores que produzirão movimentos fluidos. Assim, a obra deve reconstruir para o público sensações de desorientação e de perda de referências criando uma poética similar às experiências vivenciadas em microgravidade pelos artistas, cujas características são: imersão, desorientação, sensações efêmeras, instabilidade e ausência de verticalidade. O astrônomo e músico Gavin Starks produzirá sons a fim de gerar um fenômeno acústico em que o sistema de “organismos artificiais” será afetado em forma e em movimento de acordo com certas frequências. A concepção do projeto, segundo os artistas⁹, está ligada também a referências cósmicas, das nuvens de poeiras galácticas aos buracos negros.



Figura 2: Simulação do Gravity Fluxions (as vistas da instalação mostram a interação do público com o 'sistema artificial'). Imagens projetadas e cedidas por Tania Fraga.

⁹ Texto inédito cedido por Tania Fraga em março de 2006.

O grupo brasileiro SCIArts¹⁰ é formado por uma equipe interdisciplinar e vem trabalhando na interface arte, ciência, tecnologia há quase 10 anos. Em julho de 2005, o grupo apresentou no Instituto Itaú Cultural de São Paulo na exposição Cinético Digital a obra *Atrator Poético*. Trata-se de um tablado circular contendo sensores de presença e um totem contendo um composto de ferro fluido, material que se modifica na presença de campo magnético¹¹. A simples presença do participante, juntamente com a movimentação das mãos sobre o tablado, desencadeia sons e imagens que são projetadas de acordo com a percepção dos sensores, simultaneamente modificando a configuração do fluido de ferro. Segundo Milton Sogabe *et al.* (2005, 105-6),

a figura do indivíduo criador se confunde e reconstitui-se na co-criação. Esta passa a ser a palavra chave no trabalho do SCIArts. (...) Tudo isso reforça a idéia da obra de arte como sistema, tanto mais complexo quanto mais conexo com o paradigma do nosso tempo, e do artista como um produtor de conhecimento integrado e ajustado à rede complexa, por isso mesmo capaz de fazer gerar padrões de emergência. Nesse caso, obviamente, estéticos.



Figura 3: Atrator Poético; Figura 4: fluido de ferro e tablado; Figura 5: interação humana com a obra Atrator Poético. Disponível em <http://www.sciarts.org.br/>. Acesso em: 05/03/2005.

¹⁰ Grupo SciArts: <http://www.sciarts.org.br/>

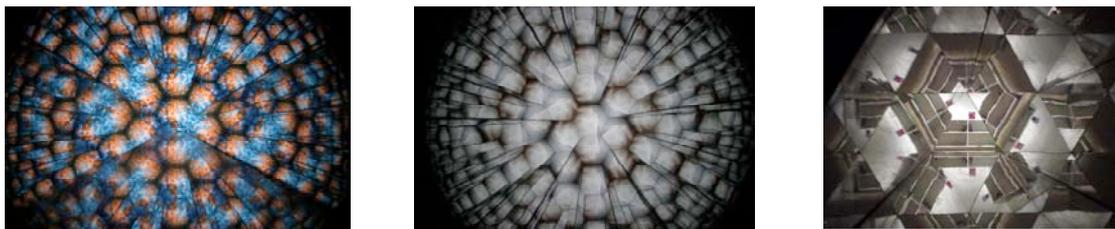
¹¹ O ferro fluido é um material estimulável, ou seja, tem a propriedade de mudar suas características físicas quando submetido à influência de campo magnético. Essa propriedade presente em alguns materiais será abordada ao longo deste trabalho.

A artista Victoria Vesna¹² trabalha com a construção do imaginário nanotecnológico juntamente com o cientista James Gimzewski¹³; são construções poéticas e didáticas, que trazem para o público um entendimento das nanociências de forma lúdica e interativa. A obra *Nanomandala* é uma instalação que consiste em um disco de areia onde é projetado um vídeo em que um grão de areia é mostrado desde a sua escala molecular (como é vista por um microscópio eletrônico) crescendo para a imagem do grão até a emergência de uma imagem completa de uma mandala¹⁴ de areia construída por monges tibetanos da Índia em Los Angeles. Arte, ciência e tecnologia unem-se em uma interpretação contemporânea de uma tradição antiga na qual os monges criam uma mandala de areia grão por grão num processo meditativo, concentrados no planeta e seus habitantes para lhes trazer purificação e paz enquanto criam imagens e sons. O processo de construção da mandala ilustra o processo de desenvolvimento e construção de novas matérias pela nanotecnologia a partir do processo *bottom-up*, ou seja, a partir de uma prática construtiva que possibilita criar estruturas complexas partícula por partícula. Nessa obra, ocidente e oriente encontram-se trabalhando da mesma forma sob diferentes perspectivas.

¹² Victoria Vesna: <http://vv.arts.ucla.edu/>. Acesso em: 04/04/2006.

¹³ James Gimzewski: <http://bucky.design.ucla.edu/gimzewski/>. Acesso em: 04/04/2006.

¹⁴ Mandala é um diagrama cósmico, símbolo ritualístico do universo, usado no hinduísmo e no budismo, que pode ser traduzido do Sânscrito como “buraco”, “círculo” ou “zero”. *Ibidem*.



Figuras 6, 7 e 8: Caleidoscópio hexagonal ligado à *Nanomandala* por uma câmera que captava e enviava imagens, que eram assim multiplicadas. Exposição: Museu de Arte de Los Angeles (LACMA) 14/12/2003 a 06/0/2004. *Ibidem*



Figura 9: Construção da mandala por monges tibetanos. Figura 10: Mandala.
Disponível em: <http://nano.arts.ucla.edu/mandala/>. Acesso em: 04/04/06.



Figura 11: Interação do público com a *Nanomandala*.
Figuras 12 e 13: Dança performance na *Nanomandala*. *Ibidem*

De Duchamp às performances dos anos 60, de Lygia Clark e Hélio

Oitica à arte e tecnologia, a obra de arte se abre às múltiplas interpretações, à participação, à co-criação e à recriação poética. Como pode ser visto, a arte configura-se neste início de século e de milênio como combinações de lógica e subjetividade, de matemática e de psicologia, de razão e de emoção. Tais atributos visam compor estruturas complexas que funcionam como organismos inteligentes, capazes de estabelecerem relações interativas com seres humanos e com o meio ambiente natural, em trocas simbióticas e comportamentos exclusivos, diretamente ligados à ação corporal, aos fenômenos naturais e fisiológicos e às escolhas de cada indivíduo. Ou seja, a arte tornou-se crescentemente, ao longo de sua história, uma forma de desenvolvimento científico e tecnológico, um meio de aprendizado dinâmico e, acima de tudo, um processo estético a ser vivido.

2.

INTERAÇÕES HUMANO-COMPUTADOR MAIS AFETIVAS

É cada vez mais comum encontrar pessoas que passam mais tempo interagindo com computadores do que com outros seres humanos. Os aparatos tecnológicos, por sua vez, estão cada vez menores de forma a estarem presentes na vida das pessoas praticamente o tempo todo. No entanto, apesar de serem transportados com facilidade, estes aparatos encontram-se ainda, em sua maioria, envoltos em caixas plásticas e com formas limitadas, rígidas, geométricas, não se conformando naturalmente ao ambiente ou ao corpo do usuário. O caminho da tecnologia parece ir ao encontro dessa simbiose, não só de aproximação com o corpo humano de uma forma mais orgânica, mas também de otimização da comunicação humano-máquina desenvolvendo-se computadores tão sensitivos e inteligentes, que chegam ao ponto de serem confundidos com criaturas e organismos vivos. De acordo com Richard Citowic (1993, 203), é um erro dizer que os computadores são apenas ferramentas, pois ferramentas protéticas inevitavelmente transformam tanto nossa própria identidade e nossa visão da natureza, quanto nosso entendimento psicológico da realidade. Para Félix Guatarri (2001, 177), “nenhum campo de opinião, de pensamento, de imagem, de afetos, de narrativa pode, daqui para frente, ter a pretensão de escapar à influência invasiva da ‘assistência do computador’”.

Rosalind Picard (1998, 13-14) aponta o afeto como parte natural e

social da comunicação humana. As pessoas naturalmente o usam quando vão interagir entre elas e assim também quando interagem com computadores. Se os computadores apresentarem qualidades afetivas e ainda, uma conformidade formal com o meio ambiente e/ou com o corpo humano, a relação homem-máquina-ambiente tornar-se-á um processo mais natural. Assim, Picard (1998) emprega o termo *Affective Computing* para propor que se dê aos computadores a habilidade de reconhecer e expressar emoções. Segundo a autora, essas qualidades são essenciais para que os computadores sejam genuinamente inteligentes, adaptem-se e interajam naturalmente com seres humanos (Picard, 1998, X).

Nesse sentido, a palavra inglesa *Affective* pode estar relacionada tanto ao verbo *to affect* que se refere a: afetar, influenciar; quanto à palavra *affecting*: causar uma forte emoção e *affection*: sentimento de ligação ou amor, afeição, afeto (CAMBRIDGE ADVANCED LEARNER'S DICTIONARY, 2003, 20). Tanto a palavra *Affective* quanto a palavra portuguesa *Afetivo(a)* têm origem no latim em *affectivu*, cujos significados são basicamente os mesmos: relação, disposição, boa disposição com alguém, afeição, sentimento; influência; vontade, inclinação; ou em *affectus*: sentimento, impressão, paixão (DICIONÁRIO LATINO-PORTUGUÊS, 1962, 48). E ainda, para complementar, a definição de *Afetividade* de Aurélio Buarque de Holanda Ferreira (SEM DATA, 44):

qualidade ou caráter afetivo;
conjunto de fenômenos psíquicos que se manifestam sob a forma de emoções, sentimentos e paixões, acompanhados sempre da impressão de dor ou prazer, de satisfação ou insatisfação, de agrado ou desagradado, de alegria ou tristeza (*psicol.*).

Dessa forma o termo *Affective Computing* pode ser traduzido para o português como *Computação Afetiva*, termo que automaticamente dá às máquinas computadoras ou sistemas computacionais a qualidade de afetar e ser afetado, característica da interatividade, e à capacidade de lidar com as emoções em algum nível. Logo, entende-se aqui, por computação afetiva, qualquer sistema computacional (*software* ou *hardware*), potencialmente capaz de lidar com aspectos relacionados à emoção, tal como um robô, uma obra de arte e tecnologia, uma vestimenta, um brinquedo, um eletrodoméstico, um programa de realidade virtual, um aparato médico.

O desafio entre os pesquisadores está em pensar como os sistemas afetivos podem ser construídos e como as habilidades podem ser combinadas de forma inteligente, pessoal e harmônica. Assim, os desenvolvimentos em computação afetiva envolvem, em sua maioria, equipes interdisciplinares, pois requerem uma variedade de ferramentas pertencentes a diferentes áreas, tanto exatas quanto humanas. Percebe-se neste tipo de projeto a importância dos componentes razão-emoção, objetividade-subjetividade agindo juntos na intenção de tornar as máquinas computacionais mais amigáveis e até mesmo mais humanas. Aplicações de realidade virtual (*virtual reality - VR*), inteligência artificial (*artificial intelligence - AI*), design da interface humano-computador, aprendizado probabilístico, robótica, visão e audição computacional são algumas ferramentas aplicáveis em computação afetiva.

O desenvolvimento da computação afetiva representa um aprimoramento na interação humano-computador, e, para Picard (1998, X)

são encorajadoras no sentido de proporcionar uma maior consciência da comunicação e das necessidades emocionais humanas. Ao levar-se em consideração a emoção nas interações humano-computador, as possibilidades poéticas, lúdicas, medicinais, educativas e científicas serão infindáveis, pois as emoções não contribuem apenas para uma alta qualidade de interação, mas são de grande impacto para a habilidade de interagir inteligentemente. As contribuições potenciais das pesquisas nessa área são significantes, tanto teórica quanto empiricamente, para um melhor entendimento da emoção e da cognição, para o aperfeiçoamento dos computadores, para avanços na possibilidade de comunicação humano-máquina e para melhor compreensão da influência que a tecnologia exerce no próprio desenvolvimento humano (Picard, 1998, 3-4). Para Picard, (1998, X) os computadores afetivos serão ferramentas de auxílio, não apenas máquinas mais inteligentes, mas também companhias para o melhor entendimento dos próprios seres humanos. No entanto, ressalta a autora, não se deve pensar que os computadores afetivos são substitutos da afetividade humana.

2.1. Computação Afetiva

Há pouco tempo, apenas em ficção científica, as máquinas ou robôs eram capazes de sentirem prazer, afeto, desejos e esperanças. A impossibilidade de ter qualquer um desses sentimentos apontava a

diferença básica entre humanos e máquinas. Para alguns proponentes de inteligência artificial (AI), a emoção não tinha nada a ver com máquinas, condicionadas basicamente a um conjunto de regras, as emoções eram consideradas não-científicas, já que os princípios científicos são derivados do pensamento racional, argumentos lógicos, hipóteses testáveis, experimentos repetitivos. No entanto, atualmente, os grandes centros de desenvolvimentos tecnológicos sabem que as emoções não contribuem apenas para uma melhor qualidade interativa, mas oferecem impacto direto para o desenvolvimento de habilidades envolvendo interações humano-máquina mais inteligentes. Práticas emocionais, especialmente a habilidade de reconhecer e expressar emoções, são essenciais para a comunicação natural com humanos. Assim, cientistas têm argumentado que as demandas de um sistema com recursos operacionais finitos em um ambiente complexo e imprevisível naturalmente trazem à tona a necessidade de emoções, para direcionar as múltiplas negociações de uma forma flexível, inteligente e eficiente (PICARD, 1998).

Certas práticas emocionais, especialmente a habilidade de reconhecer e expressar emoções, são essenciais para a comunicação humana (PICARD, 1998, 3). Dessa forma, a observação dos mecanismos cognitivos envolvendo razão e emoção tem levado pesquisadores a concluírem sobre a necessidade de dotar os sistemas computacionais com características emocionais até agora consideradas com sendo exclusivas dos seres humanos e de alguns animais.

A computação afetiva além de incluir o implemento de

características emocionais nos computadores inclui outras funções, como o desenvolvimento e aplicação de testes de novas e velhas teorias emocionais, e a capacidade dos computadores de responder inteligentemente à emoção humana. Na prática, a computação afetiva pode atuar em áreas como o aprendizado assistido por computador, arte e entretenimento, saúde e medicina preventiva, análise e armazenamento de informação percentual (PICARD, 1998, 3). Picard ainda sugere que o desenvolvimento dos computadores afetivos pode ajudar a responder as perguntas quanto ao que é emoção e como ela atua, já que esta ainda é um questão em aberto, segundo a autora.

Mas quando um sistema computacional pode ser considerado afetivo? De acordo com Picard (1998, 70-1), 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.

Esse processo pode ocorrer de variadas formas dependendo do tipo e qualidade 'emocional' e operacional do sistema, na maioria das vezes simulando o funcionamento de organismos vivos, humanos ou não. Existem, por exemplo, mecanismos reguladores pré-organizados que atuam de forma oculta ou não no organismo para a regulação biológica básica e para defesa contra os perigos e impactos à sobrevivência, classificando os fenômenos, acontecimentos e coisas como 'bons' ou 'maus' e desencadeando reações, tais como o sistema imunológico e os instintos. Ou seja, existe um conjunto básico de preferências, critérios, tendências ou valores que levam o indivíduo ou organismo a agir ou não de determinado modo.

[Para que aja dessa forma, o cérebro deve vir] ao mundo já dotado de 'um conhecimento inato' acerca de como regular a si próprio e ao resto do corpo. À medida que o cérebro vai incorporando representações dispositivas de interação com entidades e situações para a regulação inata, ele aumenta a probabilidade de abranger entidades e situações que podem ou não ser diretamente relevantes para a sobrevivência. E, quando isso sucede, nosso crescente sentido daquilo que o mundo exterior possa ser é apreendido como uma modificação no espaço neural em que o corpo e o cérebro interagem (ANTÓNIO DAMÁSIO, 1996, 145-6).

Da mesma forma, um computador afetivo pode inicialmente possuir um número mínimo de programações básicas que seriam os aspectos reguladores, um sistema aberto para aprender ao interagir com os humanos, a partir do reconhecimento comportamental dos mesmos, ao captar preferências, reações, padrões e características.

Na relação humano-máquina é necessário entender que as máquinas são programadas para assumirem determinadas funções interativas. Assim, é possível construir-se interfaces ou dispositivos de acesso. Os artistas, cientistas e técnicos envolvidos na construção determinam o comportamento dos sistemas codificando as variáveis que são vividas pelo homem em diálogo com as possibilidades do circuito, as máquinas assumem, portanto, uma forte dimensão comportamental (DIANA DOMINGUES¹⁵).

Mas, como um sistema computacional pode lidar com as emoções humanas? Primeiramente é necessário entender o que é emoção. Segundo Damásio, o termo *emoção* é utilizado em geral para denotar um conjunto de mudanças que ocorrem no corpo ou no cérebro e normalmente é originado

¹⁵ DOMINGUES, Diana. A Humanização Das Tecnologias Pela Arte. Disponível em:

por um determinado conteúdo mental, ao passo que o termo *sentimento* denota a percepção dessas mudanças. O autor sugere que “certos aspectos do processo da emoção e do sentimento são indispensáveis para a racionalidade”, o que denota a qualidade do pensamento e do comportamento que resulta da adaptação da razão a um contexto pessoal e social, enquanto a *razão* denota a capacidade de pensar e fazer referências de um modo ordenado e lógico. Damásio enfatiza, assim, a importância do corpo, que longe de limitar-se a fornecer sustento para a mente, é também a base das representações cerebrais (DAMÁSIO, 1996, 11-19).

Como isso acontece? De acordo com Damásio (1996, 175), as emoções desencadeiam reações fisiológicas correspondentes ao pensamento, um processo de acompanhamento contínuo do corpo para com a mente, “essa experiência do que o corpo está fazendo enquanto pensamentos sobre conteúdos específicos continuam a desenrolar-se, é a essência daquilo que chamamos de um sentimento”.

Se uma emoção é um conjunto das alterações no estado do corpo associadas a certas imagens mentais que ativaram um sistema cerebral específico, a essência do sentir de uma emoção é a experiência dessas alterações em justaposição com as imagens mentais que iniciaram o ciclo. Em outras palavras, um sentimento depende da justaposição de uma imagem do corpo propriamente dito com uma imagem de alguma outra coisa, tal como a imagem visual de um rosto ou a audição de uma melodia. O substrato de um sentimento completa-se com as alterações dos processos cognitivos que são induzidos simultaneamente por substâncias neuroquímicas (DAMÁSIO, 1996, 175).

De acordo com a referência de base que o corpo constantemente apresenta, a mente gera uma multiplicidade de eventos, reais e imaginários,

como as seguintes afirmações:

O cérebro humano e o resto do corpo constituem um organismo indissociável, formando um conjunto integrado por meio de circuitos reguladores bioquímicos e neurológicos mutuamente interativos;

O organismo interage com o ambiente como um conjunto ‘a interação não é exclusivamente do corpo nem do cérebro’;

Os fenômenos mentais só podem ser cabalmente compreendidos no contexto de um organismo em interação com o ambiente que o rodeia (DAMÁSIO, 1996, 17).

Assim, o organismo constituído pela parceria cérebro-corpo interage com o ambiente como um conjunto, não sendo a interação apenas corpórea ou cerebral. Porém, organismos complexos como o humano fazem mais do que interagir, mais do que reagir ou gerar respostas externas que no seu conjunto são conhecidas como comportamento. Eles geram também respostas internas, algumas das quais constituem imagens (visuais, auditivas, sensoriais) postuladas por Damásio como sendo a base para a mente, ou seja, o corpo em sentido estrito não se limita a fornecer sustento e modulação, fornece também a base para as representações cerebrais (DAMÁSIO, 1996, 114-5). Segundo Damásio (1996, 16), “se não fosse a possibilidade de sentir os estados do corpo, que estão inerentemente destinados a ser dolorosos ou apazíveis, não haveria sofrimento ou felicidade, desejo ou misericórdia, tragédia ou glória na condição humana”. Existem muitas variedades de sentimentos. A primeira baseia-se nas emoções – sendo as mais universais a felicidade, a tristeza, a cólera, o medo e o nojo – e corresponde a perfis e respostas pré-organizados do estado corporal. Quando os sentimentos estão associados a emoções, a

atenção converge substancialmente para sinais do corpo. A segunda variedade de sentimentos baseia-se em emoções que são pequenas variantes das cinco anteriormente mencionadas, assim como a euforia e o êxtase são variantes da felicidade; a melancolia e a ansiedade são variantes da tristeza; o pânico e a timidez são variantes do medo, elas ocorrem quando gradações mais sutis do estado cognitivo são conectadas a variações mais sutis de um estado emocional do corpo (DAMÁSIO, 1996, 180).

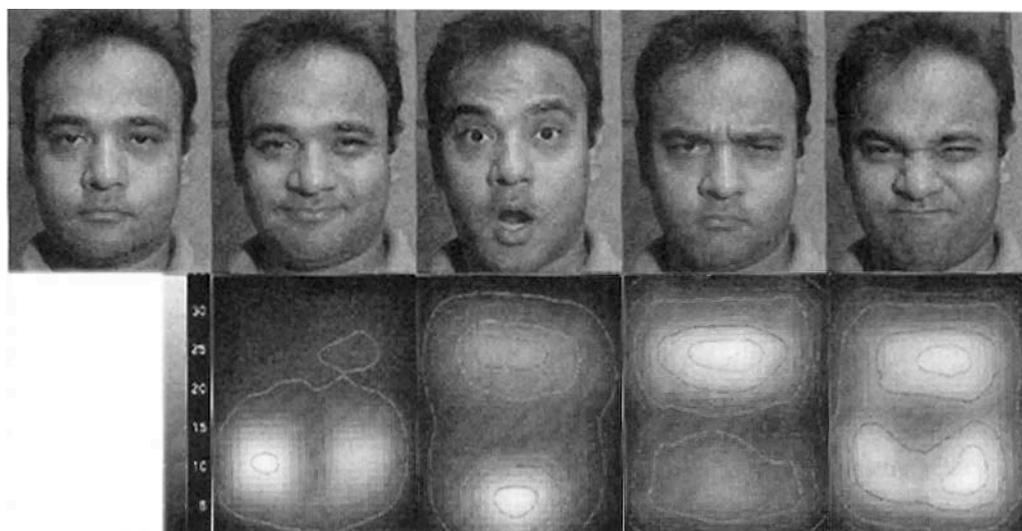


Figura 14: Mapas de reconhecimento de expressão facial e movimentação energética. Acima: imagens de expressões emocionais básicas: indiferença, felicidade, surpresa, raiva e nojo. Abaixo: modelos de energia correspondentes aos movimentos faciais, tão diferentes quanto as expressões faciais. As regiões mais brilhantes correspondem a áreas de maior fluxo de energia. Fonte: Georgia Institute of Technology, 1997 (in PICARD, 1998, 177).

A flor japonesa *Hotohana* (a flor que fala) é uma forma de demonstrar como funciona o conceito de tecnologia afetiva. A flor, feita de LEDs¹⁶ (diodos emissores de luz), é capaz de “sentir” as emoções de quem está com ela, conforme a emoção do dono, a florzinha muda de cor. Trata-

¹⁶ Os LEDs (*Light Emitting Diodes*) são pequenas luzes coloridas presentes nos aparelhos eletrônicos.

se de um sistema de inteligência artificial, que, ao captar as vozes do ambiente, por meio de um microfone, é capaz de identificar "padrões de sensibilidade": sinais de que as pessoas estão alegres, tristes, zangadas ou "normais". Segundo a empresa NEC, o objetivo é, um dia, substituir as atuais interfaces gráficas do usuário por interfaces dotadas de sensibilidade. As interfaces deixarão de ser gráficas e passarão a ser sensíveis¹⁷.



Figura 15: Flores *Hotohana*.

Disponível em: <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010150060307>. Acesso em: 07/03/2006.

De acordo com Citowic (1993, 192), a emoção torna o cérebro mais eficiente, dá a ele o senso intuitivo de certo e errado, a capacidade estética – o senso do belo – e a capacidade criativa, sem as quais as áreas do pensamento científico e artístico não poderiam ser desenvolvidas.

Sem emoção, o comportamento humano seria completamente previsível e sem imaginação. A capacidade estética é dada pela habilidade cerebral de reduzir a entropia¹⁸, agindo sobre a informação incompleta e criando ordem de um fluxo sensório contínuo e incoerente (CITOWIC, 1993, 189).

Segundo Citowic, “a consciência é um tipo de emoção e está

¹⁷ Flor de LEDs muda de cor conforme astral do dono. Disponível em: <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010150060307>. Acesso em: 07/03/2006.

firmemente atada à direção emocional e ao comportamento objetivo” com base na experiência direta. Assim, a consciência talvez seja uma relação entre o ser e o mundo externo, ou seja, restrita pelas possíveis interações do ser humano com os eventos e as coisas. Para o autor, “a consciência é um tipo de emoção onde encontra-se a razão” (CITOWIC, 1993, 193-5, T.N.). Segundo Picard (1998, 13-14), o desempenho e a interação humana têm ligação profunda com a inteligência emocional, a qual envolve habilidades como decidir inteligentemente, controlar os impulsos, persistir, sociabilizar, automotivar-se, autoconhecer-se, enfim, a habilidade para experienciar e experimentar as emoções alheias e as próprias.

Nessa interação com o mundo, a situação do corpo é sempre nova e raramente estereotipada devido à complexidade desse relacionamento, que exige sintonia entre emoção e raciocínio. Ao entendermos os mecanismos da razão e da emoção ligados diretamente às reações corporais, podemos começar a entender como uma relação interativa e compreensiva pode ser estabelecida entre ser humano e sistema computacional. Por exemplo, ao detectar reações fisiológicas ou variações ligadas às expressões corporais ou faciais, os sistemas computacionais afetivos não só podem captar as variações humanas ligadas às emoções como deve aprender esses sinais e reagir inteligentemente, estabelecendo uma interação mais intuitiva e natural.

Mas como os sistemas computacionais podem ser considerados inteligentes? Segundo Citowic (1993, 192), a capacidade humana de lidar

¹⁸ Entropia: função termodinâmica de estado, associada à organização espacial e energética das partículas de um sistema. É o grau de desordem de um sistema.

diariamente com uma infinidade de problemas geralmente envolvem o relacionamento com o mundo e com os outros e, se uma máquina de lógica pudesse lidar com tal variedade de problemas, se as emoções pudessem ser definidas em termos de regras, então máquinas de fato inteligentes poderiam ser desenvolvidas.

De acordo com Damásio (1996, 201), o domínio pessoal e social imediato é aquele que envolve a maior incerteza e a maior complexidade. Decidir bem implica em escolher a resposta mais vantajosa para o organismo, de modo direto ou indireto, em termos de sua sobrevivência e da qualidade dessa sobrevivência, assim como decidir dentro de um enquadramento temporal apropriado para o problema em questão (DAMÁSIO, 1996, 201). Assim, raciocinar e decidir implicam habitualmente que quem decide tenha conhecimento:

- da situação que requer uma resposta;
- das diferentes opções de ação de respostas;
- das conseqüências de cada uma dessas opções (resultados), imediatamente ou no futuro (DAMÁSIO, 1996, 186-9).

Com a intenção de desenvolver uma interação mais familiar entre humanos e computadores, *Kismet*, um robô autônomo apto a provocar uma interação humana natural e intuitiva, física, afetiva e social foi desenvolvido por Cínthia L. Breazel e sua equipe do Laboratório de Inteligência Artificial

do MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts) em 1997. Segundo Breazel, idealmente, os seres humanos interagem com robôs tão naturalmente como interagiriam com outra pessoa. Por esta razão *Kismet* é um robô que compartilha o meio ambiente com as pessoas interagindo com elas face a face. Para facilitar este tipo de interação social, o comportamento do robô deve refletir qualidades de ser vivo, por isso *Kismet* foi desenvolvido com referência em modelos e teorias do campo da psicologia, do desenvolvimento cognitivo e da etologia¹⁹ com objetivo de implementar uma variedade de competências sociais em um nível infantil, planejado para interagir com as pessoas da forma mais humana possível. *Kismet* deveria ser um “agente confiável”, no sentido de projetar a “ilusão da vida” e convencer as pessoas a interagirem com ele (Breazel, 2004, 2-7). Nesse sentido, *Kismet* foi construído com formas antropomorfos, pois, segundo a autora, como as pessoas são atraídas por comportamentos e formas antropomorfos até mesmo em artefatos tecnológicos, tende-se a antropomorfizar os computadores, carros e outros objetos e a criar interfaces que remetam à forma de comunicação humana, pois, independente de ser uma criatura viva ou não, quando engajadas com agentes não-vivos de uma forma social, as pessoas reagem da mesma forma. O robô, equipado com sensores e câmeras, reage à interação humana com expressões e movimentos similares ao de uma pessoa (BREAZEL, 2004).

¹⁹ Etologia: tratado dos costumes, usos e caracteres humanos. Estudo dos hábitos dos animais e da acomodação às condições do ambiente.



Figura 16: *Kismet*. Foto cedida por Tania Fraga.

Aibo é um cachorrinho robô da Sony com capacidade para aprender comandos e hábitos e expressar cinco tipos de sentimentos: felicidade, tristeza, medo, desgosto, surpresa e raiva. Ao aprender com o dono e ter suas próprias experiências, o *Aibo* é adaptado a quem o possui e passa a ter a personalidade de acordo com a criação e o *software* que recebe, uma combinação de sentimentos e instintos. Sua face iluminada (*Illume-face*) indica expressões e sentimentos ao variar a combinação de seus 28 LEDs (*light emitting diodes*) que servem também para mostrar animações complexas. Sentimentos como alegria, tristeza e raiva podem ser demonstrados com cores vivas e movimentos. Suas orelhas e rabo abanam de acordo com o movimento do corpo e da cabeça. Possui sensor de toque, de voz, de distância, mapeia imagens e memoriza a face do dono. Possui 64 cordas de som para expressar sentimentos, analisa e reconhece palavras e vozes, assim como percebe a direção do som e se dirige à pessoa com quem deseja se comunicar. O humor do *Aibo* muda com o ambiente, o que altera seu comportamento. Ele tem autonomia para se mover, procurar seus brinquedos, satisfazer suas curiosidades, brincar e se comunicar com seus donos, recarregar sua bateria e dormir na hora marcada.



Figura 17: Aibo. Disponível em: http://www.sonystyle.com/is-bin/INTERSHOP.enfinity/eCS/Store/en/-/USD/SY_BrowseCatalog-Start?CategoryName=hid_pr_aibo>. Data da consulta: 09/10/2005.

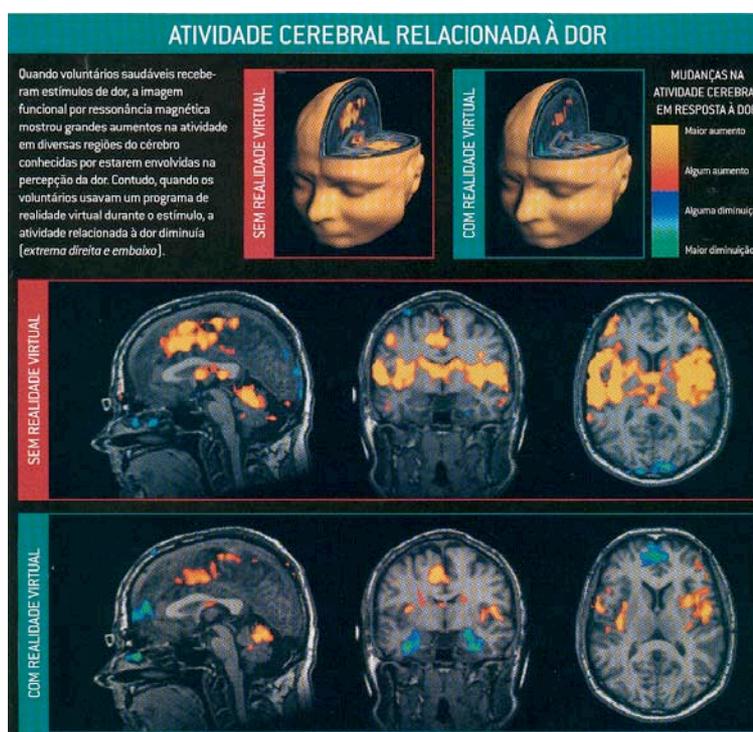


Figura 18: *Tamagotchi*.
Disponível em: www.gifttoys.co.uk. Acesso em: 23/07/2005.

Assim como vários outros brinquedos japoneses, o *Tamagotchi* é um bichinho de estimação virtual japonês, que se tornou uma mania entre adolescentes, adultos e crianças em 1997. O bicho de estimação virtual precisava da atenção e do carinho do dono para não morrer e desenvolver-se sadio. Apesar de não reconhecer emoções, o Tamagotchi as expressava.

A realidade virtual aplicada à computação afetiva não só colabora para uma interação mais efetiva, como pode atuar psicologicamente sobre os sentimentos do interator, por exemplo, para aliviar dores e superar fobias. É o caso de pacientes com queimaduras que participam de um programa de realidade virtual para aliviar a dor do tratamento de sua ferida no Centro de Harborview de Queimados de Seattle. Durante curativos dolorosos, os pacientes utilizam um capacete e um *joystick* para mergulhar e se

movimentar no programa *SnowWorld*²⁰, projetado especificamente para atenuar as dores da vítima. Estudos mostram que determinados programas de realidade virtual são eficientes na tarefa de diminuir tanto a dor física quanto psicológica (HUNTER G. HOFFMAN, 2004, 46-53). A explicação é que a distração e as imagens de frio contribuem para aliviar as dores. Como a realidade virtual mergulha o usuário em um mundo tridimensional gerado por computador, ela tem uma capacidade única de distrair os pacientes de suas dores. Pessoas com queimaduras que se submetem ao tratamento dos ferimentos relatam que suas dores diminuem drasticamente quando se envolvem em programas de realidade virtual. A imagem funcional por ressonância magnética mostra que a realidade virtual de fato diminui a quantidade de atividade cerebral relacionada à dor (HOFFMAN, 2004, 48).



²⁰ O *Super SnowWorld* já está em desenvolvimento por Ari Hollander, ligado ao HIT Lab (Laboratório de Tecnologia de Interface Humana da Universidade de Washington) (HOFFMAN, 2004, 51).

Figura 19: Atividade cerebral relacionada à dor de paciente que participa do programa de realidade virtual no centro Harborview de Queimados em Seattle. Fonte: Rev. Scientific American – Brasil, ano 3, nº 28, set.2004, p. 49.



Figura 20: *Spider World*. Programa de tratamento de fobias com realidade virtual. Fonte: Rev. Scientific American – Brasil, ano 3, nº 28, set.2004, p. 52.

Outro exemplo interessante é colocado por Picard (1998, 86), o *Espelho Afetivo*, um agente virtual que interagiria com a pessoa, ajudando-a a perceber seu próprio comportamento diante de diversas situações. Com a ajuda do *Espelho Afetivo*, poderia ser simulada, por exemplo, uma entrevista de emprego, em que o desempenho do entrevistado seria analisado pelo dispositivo capaz de medir as mudanças de voz e determinados parâmetros do discurso, assistir às expressões faciais e à linguagem corporal, captar mudanças nos parâmetros fisiológicos tais como a condutibilidade da pele e temperatura. Dessa forma, o *Espelho Afetivo* demonstraria o nível de segurança na fala do interator, sua desenvoltura diante da entrevista, seus vícios de linguagens, seu grau de nervosismo. Apesar do *Espelho Afetivo* não existir de fato, outro dispositivo com objetivos similares é um programa desenvolvido pela *Virtually Better* para tratar o medo de falar em público. O paciente treina o discurso diante de um público virtual, que aparece em seu capacete e no monitor do computador (HOFFMAN, 2004, 51). Tal dispositivo pode ser agregado a aparelhos ou sensores de medição de pressão sanguínea, ritmo cardíaco, temperatura corpórea, dentre outros que podem

dar respostas relativas ao nervosismo do palestrante.

A arte exerce papel fundamental no desenvolvimento deste campo de pesquisa, por lidar usualmente com as emoções. Artistas atuantes em arte e tecnologia têm desenvolvido conceitos, explorado possibilidades interativas, não só com relação a sistemas computacionais, mas também a novos materiais que têm surgido nos campos da química, física, biologia. Nas exposições, é crescente a interação entre público e obras, trabalhos que convidam o público para uma experiência lúdica e geralmente envolvem uma participação que ultrapassa os limites das mãos e das telas de projeção.

Por exemplo, a instalação *Atrator Poético* citada anteriormente demonstra essa tendência de trazer o público para a obra e com ela se relacionar. A experiência lúdica ocorre com a utilização de dois tipos de sensores: de movimento e de proximidade. Segundo Milton Sogabe *et al.*, o objetivo era criar uma interação voluntária e outra involuntária. A primeira ocorre com a ação voluntária do público que passa a mão sobre a superfície onde estão localizados os sensores. A segunda interação é acionada pelo caminhar do público em volta da superfície. Ambos os tipos de interação resultam em projeções de imagens e sons relacionados a cada tipo e localização dos sensores.

Um outro exemplo, a instalação multimídia *Vozes*, de Suzete Venturelli (2004, 60-3), apresentada na exposição “Maior ou Igual a 4D”, no Espaço Cultural do Banco do Brasil em Brasília (2004), transformava a voz dos interatores em fumaças imagéticas.

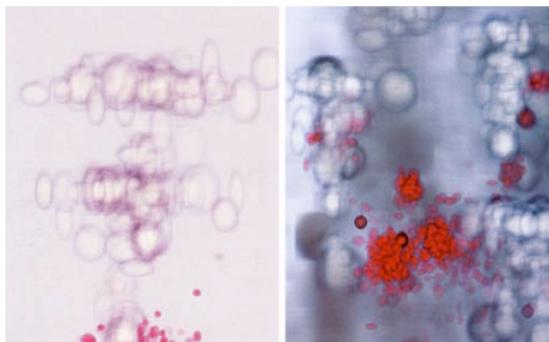


Figura 21: Vozes de Suzete Venturrelli. Fonte: Catálogo Maior ou Igual a 4D: Arte Computacional Interativa. Centro Cultural do Banco do Brasil. Brasília: 2004.

Também nesse interstício entre arte e ciência, as artistas e pesquisadoras Rejane Cantoni e Daniela Kutschat desenvolveram a obra OP_ERA com a intenção de interconectar o agente humano e artificial por intermédio de interfaces humano-computador. OP_ERA resulta do estudo de “formas alternativas de percepção e de cognição espacial através da experimentação multi sensorial de modelos conceituais de espaço”²¹. Trata-se de ambientes imersivos interativos compostos de um espaço híbrido de dados e espaço físico, uma interface que propicia uma comunicação entre ‘natural’ e artificial’ num mundo constituído de dimensões lógicas interconectadas para possibilitar uma relação humana com o sistema computacional (*hardware* e *software*). Tal dimensão concebida a partir de conceitos artísticos e científicos compõe uma nova interface cujo “objetivo é gerar percepção e cognição espaciais por meio da implementação de

²¹ Disponível em: <http://www.rejanecantoni.com/pro.htm>. Acesso em: 30/03/2006.

modelos de espaço que evoluem na relação com o corpo humano”²².

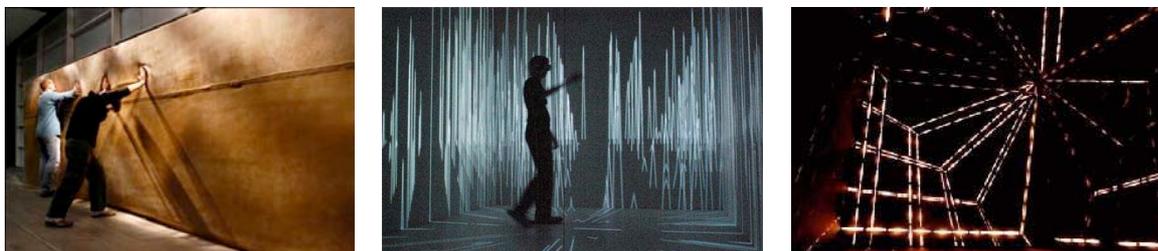


Figura 22: OP_ERA: Haptic Wall, 2004. Disponível em: [www.paris-art.com/ image_detail-15334.html](http://www.paris-art.com/image_detail-15334.html). Acesso em: 03/05/2006.

Figura 23: OP_ERA Sonic Dimension. Disponível em: www.artscenecal.com Acesso em: 03/05/2006.

Figura 24: OP_ERA Hyperview. Disponível em: www.nyartsmagazine.com. Acesso em: 03/05/2006.

Pode-se observar nessas obras que mesmo a afetividade não sendo sua característica principal existe uma grande ligação entre afetividade e interatividade. A interatividade transformou o conceito de comunicação e o de arte, possibilitando ao indivíduo afetar e ser afetado numa comunicação que se desenvolve num sistema de mão dupla entre a obra e o interator, dispositivos técnicos e usuários, transformando os envolvidos em simultâneos emissores e receptores de mensagens, gerando novas e mais complexas formas de interação social²³. Segundo Maria Cristina Castilho Costa²⁴, nas obras de arte e tecnologia, o usuário se expõe a uma interatividade afetiva com um programa humanizado, cujas respostas são metáforas de relações pessoais. A obra interativa seduz o público ao provocar a sua ação participativa, o que possibilita a expressão da sua capacidade criativa e transgressora.

²² *Ibidem*.

²³ Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Interatividade e http://lite.fae.unicamp.br/sapiens/interatividade.htm](http://pt.wikipedia.org/wiki/Interatividade_e_http://lite.fae.unicamp.br/sapiens/interatividade.htm). Acesso em: 31/03/2006.

²⁴ COSTA, Maria Cristina Castilho. “A apoteose da interação”. Disponível em: http://www.itaucultural.org.br/index.cfm?cd_pagina=2014&cd_materia=1621. Acesso em: 31/03/2006.

3.

VESTIMENTAS COMPUTACIONAIS E AFETIVAS

As vestimentas computacionais ou computadores vestíveis (*wearable computers*) são definidos em Picard (1998, 227) como objetos computacionais vestíveis tais como um artigo de roupa, acessório ou joalheria. Tais aparatos expandem as possibilidades de interface humano-computador, pois têm a capacidade de permanecer em contato com qualquer parte do corpo, e não apenas com as mãos ou dedos, além de poderem permanecer longo período de tempo junto ao usuário. Dessa forma, o desenvolvimento de vestimentas computacionais apontam a tendência de transformação dos sistemas computacionais em formas orgânicas e espalhadas, que, implementados nos tecidos e outros materiais, recriam a noção de vestimenta e de corpo.

No entanto, essa relação das vestimentas com a tecnologia, ciência e a arte não é um fenômeno novo, mas existe antes mesmo da moda ser considerada um produto cultural. Pode-se notar, no decorrer do século XX, a clara relação entre o desenvolvimento tecnológico dos meios de comunicação e das formas de reprodutibilidade técnica com os movimentos artísticos, o design e a moda, assim como com a ciência. Tal processo pode ser visto na simultaneidade das mudanças ideológicas e formais de cada época, desencadeadas não por um único fator, mas por uma variedade de trocas estabelecidas entre as diversas áreas do conhecimento e do contexto social.

Com a industrialização, são os artistas que tomam as rédeas da moda para criar estampas, tecidos, vestimentas para o indivíduo moderno. Assim, muito do que a moda é hoje, é fruto da investida de artistas. No entanto, de acordo com Ginger Gregg Duggan, é o final da década de 1990 o ponto significativo de intensificação do desenvolvimento arte-moda, pois além de desfiles performáticos serem realizados em colaboração por designers e artistas, a busca por conceito, formas esculturais engajadas com novos materiais e tecnologias compõem as coleções, que vão muito além da preocupação direta com a venda, mas jogam com a tradução de materiais, idéias e processos. “O resultado é uma nova arte performática híbrida quase totalmente desvinculada dos aspectos tradicionalmente comerciais da indústrias de confecção” (DUGGAN, 2002, 4).

A resignificação da vestimenta torna-se abstração e inovação e passam a ocupar galerias de arte e museus como verdadeiras obras de arte, obras que o autor denomina como *wearable art*. Assim, obras de arte vão para a passarela, produtos de moda vão para o museu. Hoje a simbiose entre arte, design, ciência e tecnologia faz-se presente no que há de mais inovador na moda contemporânea. Artistas e designers de moda não só têm trabalhado na criação de estampas e formas, mas, além disso, na reformulação do próprio conceito de vestimenta e de corpo, na experimentação de materiais novos e inusitados, assim como têm atuado no desenvolvimento tecnológico de materiais junto à indústria e às pesquisas científicas.

Duggan (2002, 19) denomina esses profissionais da moda que

trabalham diretamente com o desenvolvimento tecnológico de designers científicos, como, por exemplo, Issey Myiake, estilista para quem trabalham, no desenvolvimento de tecidos, mais de cem empresas japonesas, e Russeien Chalayan que desenvolve *wearable computers* em forma de vestidos modulares que funcionam ao comando de controle remoto.



Figura 25: Vestido Avião do designer Russeien Chalayan, controlado por controle remoto. Disponível em: <http://conferences.iee.org/euowearable/wearme.htm>. Acesso em: 25/02/2005

Segundo Duggan (2002, 3), já na década de 1910, artistas e modistas estabelecem conexões entre arte e moda. Nessa época os futuristas misturam a exaltação do progresso e o encontro entre arte e vida. O artista italiano Giacomo Balla não só traduz para o tecido elementos da pintura futurista, tais como a linha-velocidade, as formas barulhos e os ritmos cromáticos, mas cria gravatas de plástico, celulóide, papelão e madeira ornamentadas com lâmpadas elétricas acionadas ‘nos momentos mais eletrizantes da conversação’. Segundo Balla, o vestuário deve reposicionar o indivíduo no espaço urbano favorecendo a comunicação entre os cidadãos”. Tal visão assume a dimensão do famoso manifesto de 1914:

Le Vêtement Masculin Futuriste (O vestuário masculino futurista) em que Balla defende um vestuário lúdico, com dinamismo, cores fortes, assimetria e “modificadores”, ou seja, objetos que modifiquem a aparência segundo o estado de espírito da pessoa (FLORENCE MÜLLER, 2000,6). As idéias concebidas por Balla há quase cem anos podem ser consideradas contemporâneas e ilustradoras do conceito de vestimenta computacional afetiva.

Na década de 50, Nobeert Wiener descreve em seu livro *Cibernética e Sociedade* várias formas de interação humano-máquina. Dentro deste contexto, o exemplo mais interessante é o da Luva Auditiva, uma luva para pessoas completamente surdas, em que os estímulos sonoros do meio seriam traduzidos para estímulos táteis (WIENER, 1954, 166-71).

A partir dos anos 60, percebe-se uma guinada na moda, assim como a efervescência da arte performática. Em ambos, o corpo é o foco, tela de criação, e objeto de experiências diversas e extremas sob questionamento e reformulação. Manfred Clynes e Nathan Kline, segundo Santaella (2004, 61-2), em 1960, criam o termo *cyborg* buscando descrever o “homem ampliado”, melhor adaptado para as viagens espaciais. A partir daí a idéia passou a se popularizar e a povoar a ficção científica. Mas a grande difusão do termo ocorre com o *Manifesto ciborgue: ciência, tecnologia e feminismo-socialista ao final do século XX*, de Donna Haraway (1985), que abre as portas para os questionamentos feministas sobre as dicotomias ocidentais entre “mente/corpo, organismo/máquina, natureza/cultura”. Assim, “a idéia do ciborgue penetrou intensamente na cultura, colocando em questão não

apenas a relação do humano com a tecnologia, mas a própria ontologia do sujeito humano” (Santaella, 2004, 61-2). Todo esse imaginário e suas repercussões vão ter influência decisiva no desenvolvimento das vestimentas computacionais e afetivas. Parece haver o desejo de realizar todos aqueles sonhos passados de vestimentas do futuro, agora possíveis: o futuro faz-se presente. O filme *Blade Runner* e as histórias de super-heróis povoam este imaginário, ao mesmo tempo em que os questionamentos de Haraway são facilmente entendidos quando as fronteiras tornam-se invisíveis na integração das tecnologias computacionais com o corpo e o meio ambiente.

No final da década de 70 e início dos anos 80, Steve Mann desenvolveu os primeiros computadores vestíveis. Denominado por ele de ‘mídia existencial’ (*existential media*), a *WearCam* foi desenvolvida inicialmente como um trabalho de artes visuais e desde então tem sido aperfeiçoada com a perspectiva atual de tornar-se um computador afetivo. A *WearCam* seria um ‘sistema de imagens pessoais’ em que múltiplas exposições de cenas estáticas eram combinadas com uma variedade de recursos luminosos, utilizando-se o princípio de linearidade e superposição, gerando novas visões daquela paisagem para o usuário. Desde então, esse *wearable* evoluiu de um capacete pesado com antenas de comunicação para um discreto par de óculos que abriga computador multimídia miniaturizado com videocâmeras, microfones, transmissores de ondas para conexão com a internet, entre outros recursos, com exceção de um alguns itens eletrônicos contidos em uma pequena caixa dentro do bolso, prestes a

desaparecer.



Figura 26: WearCam, evolução do 'sistema de imagens pessoais' desenvolvido por Steve Mann. Disponível em: <http://wearcam.org/ieeecomputer/r2025.htm>. Acesso em: 30/08/2005.

Segundo Steve Mann (1997), a transformação dos pesados computadores em sistemas integrados e sem fio tem permitido que os sistemas computacionais sejam vestidos constantemente com a perspectiva de se tornarem finas camadas do corpo e da mente. Assim os aparatos computacionais vestíveis podem apresentar novas e inesperadas funções. Equipado com vários sensores que medem os batimentos cardíacos, respiração e passos, a vestimenta computacional pode funcionar como um objeto de segurança pessoal para proteger de crimes, assim como um monitor pessoal de saúde, assim, as mídias existenciais definem uma nova forma de interação social a partir de habilidades aperfeiçoadas para a expressão do ser.

3.1. Vestimentas Afetivas

Vestimenta afetiva é um sistema computacional vestível com características de computador afetivo. Devido à proximidade e ao grau de interação e até mesmo de intimidade, as vestimentas afetivas apresentam uma oportunidade sem precedentes de lidar com a emoção humana. Isso porque a vestimenta afetiva pode ter a capacidade de ‘reconhecer’ (captar) aspectos emocionais do usuário a partir de determinadas mudanças fisiológicas relacionadas a estados psicológicos, assim como a vestimenta pode lidar também com outros estímulos originados na relação do usuário com o ambiente e com os outros. Para que isso ocorra, as vestimentas afetivas são equipadas com sensores e materiais aptos a lidarem com estes eventos.

Segundo Picard (1998, 227), ao reconhecer determinadas variações do corpo humano e/ou do ambiente, as vestimentas afetivas podem reagir tomando uma variedade de formas, cores ou desempenhando funções. Idealmente, uma vestimenta afetiva deveria ser capaz de sentir e reconhecer padrões internos correspondentes a estados emocionais do usuário e responder inteligentemente com base no que é sentido. Utilizando-se sistemas de biomonitoramento medicamente aprovados, a vestimenta afetiva pode ter a habilidade de monitorar simultaneamente diversas variáveis do corpo, como por exemplo, respiração, condutividade da pele, temperatura, pressão volumétrica do sangue, batimentos cardíacos, e a atividade elétrica muscular. Tudo isso pode ser sentido sem dor por meio de sensores localizados na superfície da pele. Segundo Picard e Healey (1997, 4-5), perceber padrões psicológicos não é novidade; na medicina, aparelhos

desta natureza têm sido desenvolvidos há anos e ajudado pessoas com várias complicações de saúde a monitorar batimentos cardíacos, pressão sanguínea, entre outros.



Figura 27: *Smart Shirt*. A blusa desenvolvida por Sundaresan Jayaraman do Instituto de Tecnologia da Georgia contém fibras condutoras que podem monitorar funções vitais, incluindo batimentos cardíacos e respiração. Essa informação pode ser transmitida por sinais para um computador. Do lado direito estão os tradicionais sensores que a Smart Shirt substitui. Revista National Geographic, janeiro de 2003, p.62-3.

Criado na década de 70, o anel do humor seria um exemplo simplificado de vestimenta ou jóia afetiva. Este indicaria o estado de humor do usuário com base na temperatura de seu corpo. O humor era indicado em uma gama de cores que variavam do azul ao preto. Embora de eficiência bastante incerta, devido às inúmeras causas internas e externas de variação de temperatura corpórea, este objeto auxilia no entendimento do que seria uma jóia ou vestimenta afetiva. De acordo com Picard (1998, 228 - 9), as vestimentas afetivas de hoje podem fazer muito melhor: ouvir a fala, captar gestos e mudanças no ritmo cardíaco, medir a pressão e captar respostas

eletrodermais. A emoção não modula apenas a atividade do sistema nervoso autônomo, mas todo o corpo, incluindo movimento, fala e expressões; quase todo sinal corporal pode ser analisado para desvendar o estado afetivo do usuário. Sinais que requerem normalmente contato físico, tais como o eletromiograma e a condutividade da pele, são especialmente adequados para as tecnologias vestíveis (PICARD, 1998, 228 - 9).

Padrões afetivos incluem expressões de emoção tais como um sorriso de alegria, um gesto bruto, uma voz tensa ou mudanças nas atividades do sistema nervoso autônomo como a aceleração das batidas cardíacas ou o aumento da condutividade da pele. Ao contrário de serem meros computadores vestíveis, as vestimentas afetivas possibilitam o contato com o corpo do usuário por um longo tempo. Tais aparatos são encontrados em roupas ou jóias, como sapatos, bolsas, luvas, chapéus, óculos, brincos, dentre outros acessórios, possibilitando uma variedade de contatos físicos, além do tradicional paradigma do *click* no *mouse* ou teclado. Em particular, quando equipados com sensores e ferramentas de processamento de sinais e padrões de reconhecimento, uma vestimenta computacional (*wearable computer*) pode potencialmente aprender a reconhecer padrões físicos e psicológicos – especialmente os que correspondem a estados afetivos – tais como medo, estresse, relaxamento, ou alegria dentro de um determinado contexto (PICARD e HEALEY, 1997, 231).

Como visto no capítulo anterior, corpo e emoção estão interligados e relacionam-se todo o tempo. É neste espaço de múltiplos acontecimentos

que as vestimentas afetivas habitam tornando-se parte e extensão da superfície e do funcionamento do organismo humano. Nessa perspectiva, segundo Damásio (1996, 15), emoções e sentimentos são os sensores para o encontro, ou a falta dele, entre a natureza e as circunstâncias. Tanto a natureza herdada do conjunto de adaptações geneticamente estabelecidas, quanto a natureza adquirida por via do desenvolvimento individual por meio de interações com o ambiente social, quer de uma forma consciente e voluntária, quer de uma forma inconsciente e involuntária. Assim, os sentimentos não são nem intangíveis nem ilusórios, ao contrário da opinião científica tradicional, mas são precisamente tão cognitivos como qualquer outra percepção. Segundo o autor, “os sentimentos são o resultado de uma curiosa organização fisiológica que transformou o cérebro no público cativo das atividades teatrais do corpo” (DAMÁSIO, 1996, 15).

O esquema a seguir ilustra o funcionamento de uma vestimenta afetiva que, em contato com o corpo do usuário, capta os estímulos ‘afetivos’ a partir de variações fisiológicas relacionadas a aspectos emocionais. Ou seja, o seu funcionamento está ligado ao reconhecimento de determinados padrões fisiológicos prédefinidos que são interpretados e traduzidos para dados computacionais, desencadeando em seguida uma comunicação afetiva entre usuário e vestimenta, ou entre usuário e o meio em que se encontra, incluindo as outras pessoas. A leitura realizada pela vestimenta afetiva pode estar ligada a um outro computador, ou ser localizada somente ali, junto ao corpo.

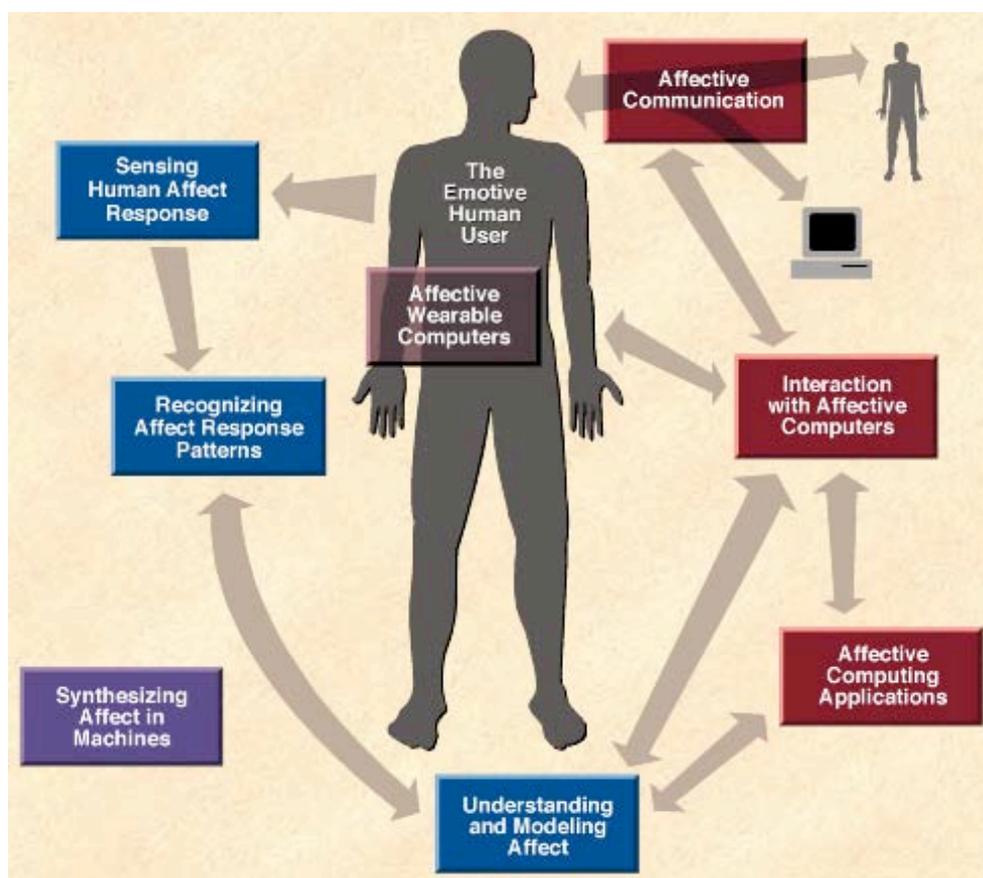


Figura 28: Esquema de vestimenta computacional afetiva.
Disponível em: http://affect.media.mit.edu/AC_projects.html. Acesso em: 20/06/2004.

A memória, por exemplo, é um dos fatores mais trabalhados em computação afetiva. Segundo Citowic (1993, 193),

a memória não é como um simples quadro de notas fixadas, mas é também um processo criativo durante o qual o estado dos campos elétricos do cérebro mudam. (...) cada vez que relembramos, buscamos algo que vem ligado às circunstâncias da busca. Quando isto é acessado novamente, ele trará consigo um novo tipo de bagagem, e assim por diante. Então cada ato de reconhecimento e retomada é um novo e criativo processo e não meramente uma retomada de algum item fixo no estoque.

Picard e Mann têm atualmente a perspectiva de tornar a *WearCam* um computador afetivo, um sistema que poderia automaticamente “lembrar” eventos visuais de significância emocional para o usuário (PICARD, 1998, 231); com capacidade de reconhecer contextos e padrões fisiológicos, aprender continuamente e incorporar no seu perfil de funcionamento respostas positivas e negativas do usuário para uma interação mais inteligente. O uso sugerido por Picard seria de uma memória digital sempre alerta para os eventos importantes do usuário, de acordo com determinados comandos ou estímulos, voz ou batimento cardíaco por exemplo, a *WearCam*, sempre junta ao usuário, iniciaria a gravação daquele momento, sendo assim uma espécie de memória digital.

Outro exemplo são as roupas de Joanna Berzowska (2004) capazes de memorizar histórias do usuário expressas em luzes que variam em intensidade, cores e quantidades a partir de sensores de toque e voz. A saia acende-se de acordo com a quantidade de vezes que a pessoa foi tocada enquanto a usava e a blusa acende-se com variadas intensidades e combinações ao registrar a voz de pessoas próximas. A pesquisa de

Berzowska tende a conectar essas memórias à internet, de modo a registrar variáveis ligadas a *e-mails*, *blogs*, imagens, áudio e vídeo. Segundo a designer e artista, a roupa como segunda pele, possibilita construir significados de interação com o mundo.



Figura 29: Roupas com memória, Joanna Berzowska.
Disponível em: <http://www.xslabs.net/>. Acesso em: 26/08/2004.

Outra aplicação das vestimentas afetivas estão ligadas à segurança, como o sutiã de alerta – criado por Kursty Groves no Royal College of Art de Londres em parceria com a Nokia e Proactiv – é uma vestimenta afetiva com o objetivo de proteger a usuária de assédios e crimes. Trata-se de um sutiã que mede os batimentos cardíacos, caso detecte uma aceleração repentina e exagerada, o sutiã põe-se a vibrar, telefona à polícia e sinaliza a localização da usuária por GPS, que no caso, pode estar sendo agredida.

A brasileira Luísa Paraguai Donati desenvolveu *Vestis*, uma vestimenta computacional que se relaciona com os “espaços corpóreos” e propõe experiências dimensionais de presença, “diferenças pessoais, culturais ou sociais – as pessoas estão próximas, alocadas no mesmo espaço físico e se valem dos “espaços corpóreos” para mediar as relações” (DONATI, 2005). A vestimenta é composta por sensores que

detectam a presença de pessoas próximas ao usuário e reage à presença dos participantes presentes no ambiente, rearranjando seus anéis. Estabelece, assim, uma conexão entre o corpo que a veste e os corpos que compartilham do mesmo ambiente.

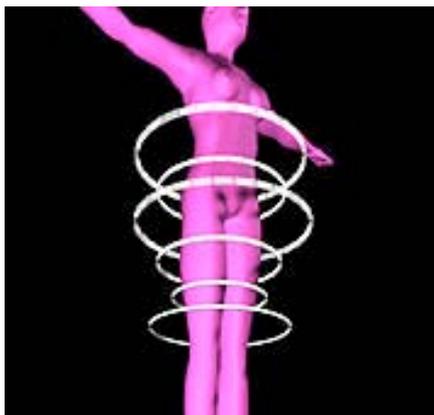


Figura 30: Desenho de *Vestis*. In: Catálogo *Maior ou Igual a 4D* (2004, 40).

Segundo Donati (2004, 40), no processo comunicacional, os participantes e os usuários estão constantemente (re)formulando e (re)projetando *Vestis* ao transformarem sua forma dinamicamente. A estrutura de anéis expande-se e contrai-se independentemente pela ação de micro-monitores. Sensores possibilitam a detecção de pessoas nas “zona corpóreas” do usuário e o engajamento do *wearer* nesta relação. *Vestis* dialoga com o ambiente externo e interno do corpo que veste.

Formaliza-se sensorialmente o fato de que 'nós 'temos' um corpo e 'somos' um corpo' (Turner *apud* Low, 2003), dependente das relações estabelecidas diariamente com o outro - dos 'espaços de negociação'. Sem a presença dos outros nada acontece, nada se transforma, nenhum movimento - a estrutura de vestis mantém-se estática. Assim, vestis procura de uma forma estética abordar formas visuais e táteis para experienciar estes 'espaços incorporados', evocando um engajamento dos participantes como uma efetiva e afetiva negociação do uso das conexões corporais (DONATI, 2004).



Figura 31: Vestis no Cyber Fashion Show - Siggraph 2005. Imagem cedida por Luísa Donati.

O *Cyber Fashion Show* é um desfile anual que reúne artistas, designers, pesquisadores, além de instituições de pesquisa do mundo todo para apresentarem o que há de mais inovador e revolucionário em termos de vestimentas computacionais e afetivas, acessórios, materiais inteligentes e decorações corporais. Os produtos apresentados são protótipos inovadores, criações únicas projetadas para um futuro próximo quando essas tecnologias poderão ser assimiladas pelo corpo.



Figura 32: Siggraph, Cyber Fashion Show 2005. Imagem cedida por Luísa Donati.

3.2. Tecnologia em materiais

Os tecidos foram um dos primeiros materiais de engenharia, criado pelo ser humano. Dotados de propriedades mecânicas, estéticas e materiais, os tecidos têm sido portadores de infinitas possibilidades de texturas táteis e visuais. A Índia produz tecidos utilizando ouro, prata e outros metais, assim como a indústria de tecidos mistura fios metálicos nas tramas com propósitos decorativos. Da mesma forma, materiais condutores e semicondutores tramados aos tecidos compõem superfícies condutoras sobre as quais circuitos e sistemas são construídos, incluindo objetos digitais, microcontroladores e sensores.

A vestimenta afetiva está diretamente relacionada à tecnologia têxtil, pois, ao localizar-se na própria trama ou química do material, os botões, *mouses*, *joysticks* podem ser eliminados e assim a interação deixa de estar localizada nas mãos e passa a localizar-se no corpo inteiro, na voz, nos gestos, nos pés, na temperatura e condutividade da pele, no toque de qualquer parte do corpo. A computação afetiva integrada ao corpo e ao meio ambiente lida com a emoção de uma forma ampla, não apenas detectando sinais fisiológicos, mas tornando-se elemento natural diluído no ambiente ou em peça de roupa. A arte e o design têm estado fortemente presentes nestas pesquisas, explorando possibilidades poéticas, funcionais, estéticas, desenvolvendo interfaces físicas e virtuais, envolvendo-se diretamente no desenvolvimento das tecnologias afetivas. Assim, a utilização integrada das tecnologias computacionais ao corpo e ao meio ambiente tem relação direta

com os materiais que as estruturam. O uso de tecidos e não tecidos com propriedades especiais têm-se mostrado a alternativa ideal para a construção de computadores e vestimentas afetivas. Ao invés de empacotar o *hardware*, o tecido possui em sua própria constituição materiais condutores e semicondutores necessários para compor um computador com formas fluidas e orgânicas, que se adapte ao corpo humano e ao meio ambiente.

Segundo E. Rehmi Post *et al.* (2000, 840), a falta de uso ou o pouco uso dos tecidos na interface com as tecnologias computacionais é lamentável, pois a computação com base em tecido (*textile based computing*) não se limita a aplicações em computação vestível, mas é amplamente aplicável em toda a computação, permitindo a integração de elementos interativos em objetos em geral. Assim, os avanços em tecnologia têxtil, engenharia computacional e ciência material estão promovendo novos tipos de tecidos funcionais dirigidos não apenas para os computadores vestíveis, mas também para a criação de novos materiais sensíveis para interfaces computacionais físicas.

Segundo Maja Kuzmanovic (2004) as tecnologias vestíveis têm sido cada vez mais eficientes em termos de consumo de energia, miniaturização, elasticidade, limpeza. A integração da computação com a Internet, ao ser embutida nas roupas, propõe soluções originais para a comunicação, para o acúmulo de conhecimento, e para a criatividade móvel. A era da vestimenta desenhada como objeto estático e predefinido, com pouca durabilidade, está com os dias contados. Ao tornar-se uma membrana

dinâmica, a vestimenta abre-se para uma crescente maleabilidade em torno do corpo humano. Assim, as roupas tornam-se inteligentes, verdadeiros computadores vestíveis estruturados com tecidos condutores, capazes de distribuir dados e energia, dotados de circuitos sensíveis que devem ser confortáveis e adaptáveis ao corpo.

O vestido *Firefly* é uma aplicação de vestimenta afetiva em que os movimentos do usuário refletem em mudanças de luz emitidas pelo vestido. A roupa é composta por um tecido condutivo de organza, ou seja, a trama do tecido é composta por materiais semicondutores, LEDs, nylon, e velcros condutivos. Os LEDs, ao encontrarem-se com componentes condutores, acendem-se, dessa forma as luzes variam de acordo com o movimento do usuário (POST *et al.*, 2000, 841-2).



Figura 33: Vestido *Firefly*. In: POST *et al.* (2000, 841-2).

Carlos Miele é um dos grandes designers brasileiros de moda cujo

trabalho interconecta linguagens, referências diversas e conceito aliado à pesquisa de materiais diferenciados, de caráter tecnológico ou não. As vestimentas conceituais de Carlos Miele são verdadeiras obras de arte. Nelas forma e material destacam-se em espetáculos, desfiles e trabalhos fotográficos que unem vestimenta, cenário, iluminação, música, elementos multimídia, compondo assim instigantes obras poéticas. Em 2002, o artista e estilista realizou o espetáculo *Rituais*, composto de cinco performances multimídia, tratava-se de uma obra híbrida, pois unia tecnologia virtual e tecnologia material. O balé-multimídia nasceu das roupas-objeto desenhadas por Miele com materiais de alta tecnologia, como os vestidos de metal líquido, os *Lucíferos*, as *Roupas de Fuga* e os vestidos de fibra óptica, feitos para adquirirem as formas desenhadas pelos movimentos dos bailarinos. Foi a maneira que ele encontrou para colocar em cena diferentes representações do corpo, do primitivo e mítico ao digital e tecnológico” (Revista “Isto É”, 23/04/2003, n. 1751, p.94).



Figura 34: Vestido de metal líquido, Carlos Miele. Fonte: Revista “Isto É”, 23/04/2003, n. 1751, p.94.

Maggie Orth desenvolveu painéis de parede eletrotêxtil, conhecido como *Electric Plaid*, com fibras ópticas auto-iluminadoras em sua trama. O tecido possui ainda fibras de aço pintadas com tintas termocrômicas que

podem ser programadas para mudar de cor de acordo com a temperatura dos fios condutores.

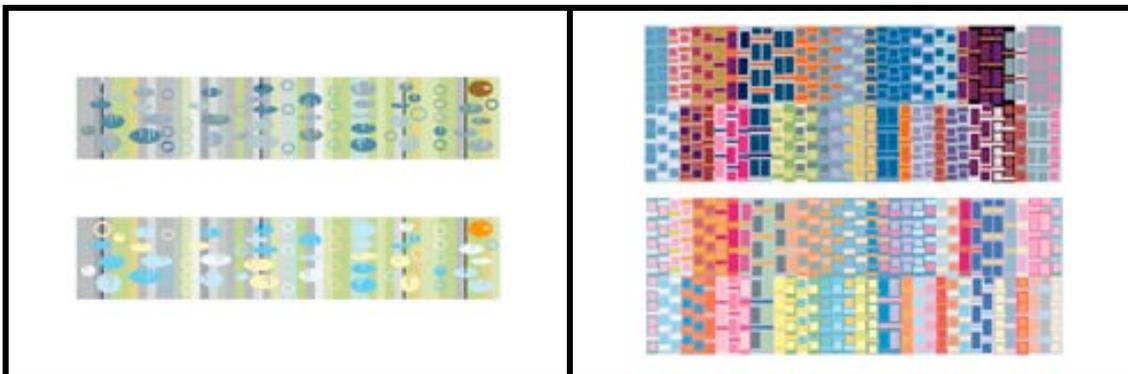
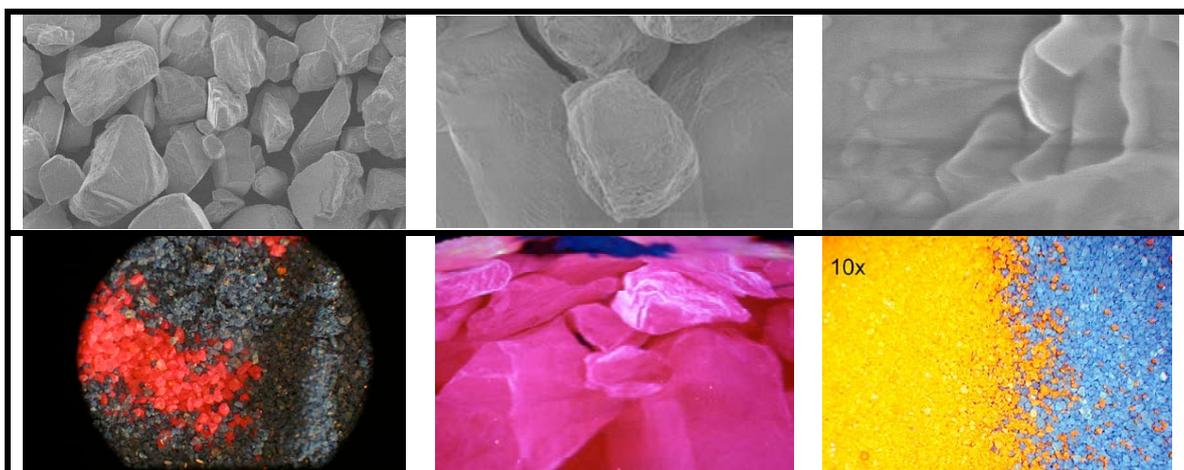


Figura 35 e 36: Eletric Plaid, Maggie Orth. Dois estados diferentes do mesmo tecido. Disponível em: <<http://www.ifmachines.com/eplaid.html>>. Acesso em: 07/08/2004

No desenvolvimento da computação e das vestimentas afetivas e inteligentes, a nanotecnologia é de fundamental importância, pois diz respeito aos materiais e suas propriedades. Segundo Tania Fraga (2004, 171), as nanociências e nanotecnologias estão relacionadas com a habilidade de criar coisas e estruturas, orgânicas ou inorgânicas, a um nível atômico ou molecular. Existem especulações de que as macroestruturas podem crescer das microestruturas utilizando-se processos moleculares para a criação de novos materiais e novas substâncias, a partir de um processo *bottom-up*, ou seja, do micro para o macro (Drexler, 1992) – isto significa que estes materiais são desenvolvidos a partir do nível atômico e molecular para o nível físico onde podem ser detectados pelo sistema cognitivo humano.

A nanociência e a nanotecnologia trabalham com partículas tão diminutas que, por muito tempo só existiram no imaginário de ficção

científica. “Nano” é um prefixo do grego e significa “anão”, corresponde a um milionésimo de milímetro, uma escala por demais abstrata com relação à experiência humana. Nessa área, Jim Gimzewski e Victoria Vesna (2004), pensam que os artistas, nanocientistas e humanistas precisam unir forças para visionarem tal imaginário cheio de possibilidades. Segundo esses autores, a nanociência requer a contribuição de praticamente todas as disciplinas científicas e também necessita da colaboração intensa e direta das humanidades e das artes.



Figuras 37 e 38: Amostras de areia utilizadas pelos monges na construção da mandala foram utilizadas para a recriação da nanomandala em escala nano em laboratório. As imagens foram scaneadas e coloridas por um scanner microscópico de alta resolução (scanning electron microscopes – SEM). Disponível em: <http://nano.arts.ucla.edu/mandala/pico.php>. Acesso em: 15/05/2006.

Um dos pioneiros a pensar na manipulação da matéria em escala atômica antes mesmo que instrumentos para ver e manipular átomos fossem desenvolvidos foi Richard Feynmann, físico do século XX (CYLON G. DA SILVA, 2002). Segundo Feynmann, em pouco tempo os engenheiros poderiam manipular os átomos e criar materiais com propriedades inteiramente novas, desde que não violassem as leis da natureza. “Um

sonho? (...) Feynman dizia em sua conferência, nada, nesse sonho, viola as leis da natureza e, portanto, é apenas uma questão de conhecimento e tecnologia para torná-lo realidade” (SILVA, 2002). O objetivo da nanotecnologia, segundo a proposta de Feynman, é o de criar novos materiais e desenvolver novos produtos e processos baseados na crescente capacidade da tecnologia moderna de ver e manipular átomos e moléculas.

De acordo com Philippe Mercure (2004), a ambição da nanotecnologia é modificar a estrutura microscópica da matéria com o objetivo de gerar materiais com novas propriedades, alterando características como por exemplo: resistência, maleabilidade, luminosidade, elasticidade, peso, além de aprimorar capacidades como a de absorção de luz, aproveitamento de energia, repelimento de sujeira. As aplicações possíveis incluem: aumento espetacular da capacidade de armazenamento e processamento de dados de computadores; criação de materiais mais leves e resistentes para construção civil, transportes, vestimentas; economia, aproveitamento e geração de energia, proteção ao meio ambiente, medicina, e a aplicação em *biochip* – utiliza-se do princípio de hibridização do DNA para detectar genes, micróbios, células cancerígenas, entre outros agentes biológicos.

No Brasil, as pesquisas em nanotecnologia ainda são poucas, mas há descobertas e desenvolvimentos importantes como a “língua eletrônica”, um dispositivo desenvolvido e patenteado pela equipe do Dr. L. H. Mattoso, da Embrapa, que combina sensores químicos de espessura nanométrica com um sofisticado programa de computador para detectar sabores (SILVA,

2002).



Figura 39: Língua Eletrônica – Embrapa. Disponível em: http://www.cnpdia.embrapa.br./menuleft_desenv_produtos_lingua.html. Acesso em: 10/10/2005.

A Língua Eletrônica é muito mais sensível que a língua humana e foi desenvolvida para avaliar a qualidade e paladar de bebidas, entre elas, a água, vinho, leite e café. O sensor permite com rapidez, precisão e simplicidade verificar a qualidade da água, a existência de contaminantes, pesticidas, substâncias húmicas e metais pesados, enquanto nas demais bebidas, a Língua Eletrônica diferencia sem dificuldade os padrões básicos de paladar, doce, salgado, azedo e amargo, em concentrações abaixo do limite de detecção do ser humano. Hoje, os testes para avaliação do paladar de bebidas são feitos por degustadores, enquanto que a avaliação de água é feita por análise química em laboratório e são bastante demorados. Com a Língua Eletrônica é possível fazer testes contínuos na linha de produção e com maior precisão. A Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC) assinou contrato com a Embrapa para utilizar o aparelho em seu Programa de Qualidade, lançado em 2002²⁵.

Segundo Jim Gimzewski e Victoria Vesna (2004), esta nova ciência representa uma mudança de percepção da realidade, de uma cultura puramente visual para uma cultura baseada nos sentidos e na conectividade. Segundo esses autores, a nanotecnologia é uma nova ciência que permite que a indústria previsivelmente coloque em prática velhas idéias e imaginários.

²⁵ Disponível em: http://www.cnpdia.embrapa.br./menuleft_desenv_produtos_lingua.html. Acesso em: 10/10/2005.

Mas se por um lado a nanotecnologia oferece a promessa de solucionar problemas ambientais, como a despoluição das águas que receberam derramamento de óleo, ela também apresenta uma ameaça aterrorizadora para a natureza. Várias empresas já vêm produzindo nanomateriais para que sejam usados como catalisadores ou em cosméticos, tintas, revestimentos e tecidos. Os efeitos desses usos ainda são desconhecidos pelos cientistas, principalmente no que diz respeito aos nanotubos de carbono – novas formas de carbono – e reclama-se pela falta de supervisão e regulamentações nessa área.

No design de vestimentas afetivas, a nanotecnologia influencia diretamente nas possibilidades materiais e também na composição de sistemas e materiais estimuláveis (*responsive systems* e *smart materials*). Atualmente, a indústria têxtil já utiliza nanotecnologia na fabricação de tecidos que não amarrotam ou sujam e podem mimetizar a qualidade de fibras como o algodão. Segundo Germana Barata (2006), hoje 80 empresas mundiais do setor já desenvolvem produtos com a nova tecnologia.

Os materiais estimuláveis ou *smart materials* são muitas vezes nanotecnológicos com características que podem ser drasticamente alteradas ao receberem determinados estímulos, assim que o agente causador é removido, o efeito cessa. Propriedades como forma, viscosidade, volume, luminosidade, condutividade, cor, entre outras, podem ser alteradas momentaneamente nestes materiais. Alguns desses materiais possuem a habilidade de mudar de forma ao receber uma pequena quantidade de calor, ou transformar-se facilmente do estado líquido para o sólido. Materiais

fluorescentes produzem luz visível e invisível como resultado de incidência de luz de ondas curtas (por exemplo: Raio X, Raios UV). Fotoluminescente Nanocompostos (*Nanocomposites photoluminiscent*) são pigmentos fluorescentes que possuem uma cor clara ou branca, quando estimulada por radiação UV irradiam intensa coloração fluorescente. Tais pigmentos podem ser utilizados para pinturas, tintas ou misturadas com outros materiais. *Aerogels* luminescentes emitem luz vermelha quando excitados por raios ultravioleta. Seu efeito se deve a uma capa de nanopartículas de silicone depositada em sua estrutura de aerogel siliconado, infiltrado quimicamente por vapor. Materiais fotocromáticos possuem mudança reversível de cor de acordo com mudanças na intensidade de luz entre outras variedades desses tipos de materiais. Esses e muitos outros materiais com qualidades especiais, e poder-se-ia dizer, mutáveis, potencializam a performance dos sistemas inteligentes e afetivos.

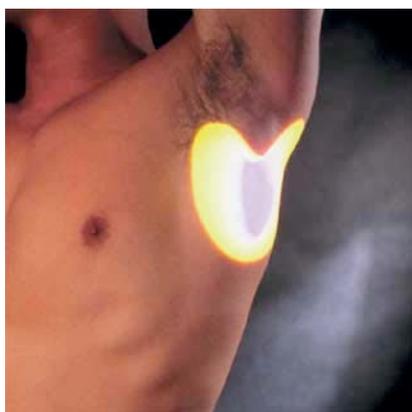


Figura 40: *Tempoos*. Adesivos decorativos para a pele que mudam de cor de acordo com a luminosidade ou a temperatura. Disponível em: <http://www.designinsite.dk/htmsider/k0068.htm>. Figura

41: *Nanocompostos fotoluminescentes*. Disponível em: <http://www.designinsite.dk/htmsider/mb0892.htm>. Acesso em: 21/03/2004.

Infelizmente grandes avanços em termos de materiais e vestimentas com propriedades especiais nem sempre possuem intenções afetivas e

muitos estudos fantásticos são realizados com objetivos direcionados para a guerra. Pesquisadores do programa de *Guerra do Futuro* do Centro de Forças Armadas dos EUA, em Massachusetts, estão desenvolvendo uniformes que transmitem informação visual – cores, luzes e padrões – por meio de suas fibras, utilizando-se materiais nanotecnológicos, a intenção é desenvolver uma camuflagem camaleão para os uniformes dos soldados.



Figura 42: Uniforme camaleão. A simulação digital mostra como o soldado pode desaparecer virtualmente no ambiente em que se encontra. Revista National Geographic, jan., 2003.

Ao se pensar em computação afetiva, materiais estimuláveis e inteligência e vida artificial, talvez se possa imaginar analogamente o comportamento de organismos vivos simples como descreve Damásio (1996, 115):

muitos organismos simples, mesmo aqueles com apenas uma única célula e sem cérebro, executam ações de forma espontânea ou em resposta a estímulos do ambiente; isto é, produzem comportamento. Algumas ações estão contidas nos próprios organismos e podem tanto ficar escondidas dos observadores (por exemplo, uma contração num órgão interior) como ser observáveis do exterior (a contração ou a distensão de um membro). Outras ações (rastejar, andar, segurar um objeto) são dirigidas ao ambiente.

A obra *Membrana Estimável* da artista Tania Fraga – apresentada no Simpósio de Arte e Tecnologia e na exposição *Emoção Artificial 2.0*, de julho a setembro de 2004, foi comissionada pelo Instituto Itaú Cultural de

São Paulo e relaciona arte, ciência e tecnologia com o meio ambiente. O trabalho, inspirado no movimento senoidal das arraias, possibilita o interagir das tecnologias material e computacional com a tecnologia semi-industrial de produção da borracha da Amazônia. O movimento do organismo artificial²⁶ é produzido por uma série de atuadores de nitinol, uma liga metálica com memória de forma, que, ao receber estímulos elétricos, muda de forma, gerando movimentação na membrana. Assim, o estímulo produzido causa reações programadas nos atuadores que formam um sistema que produz a movimentação ondulatória da membrana. A borracha, por sua vez, foi colorida com pigmento estimulável por luz negra fluorescente. *Membrana Estimável* é exemplo de interação miscigenada entre realidade virtual e física, pois ocorre simultaneamente tanto com o objeto material, tanto com sua simulação virtual, desencadeada pelo participante por intermédio do computador.

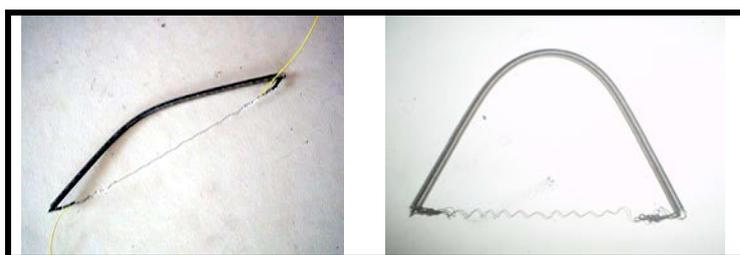


Figura 43: Testes com fio de nitinol e mola. Ao receber o estímulo elétrico, o nitinol altera sua forma para a forma previamente programada. Com a ausência de estímulo ele se estica.
Fotos cedidas por Tania Fraga.

²⁶ *Organismo artificial* é o nome que a artista vem dando aos seres comportamentais artificiais, estimuláveis, que tem concebido.



Figura 44: Teste com fio de nitinol e silicone. Ao receber o estímulo térmico (água quente), o nitinol altera sua forma para a forma previamente programada. Com a ausência de estímulo ele se estica. Fotos cedidas por Tania Fraga.

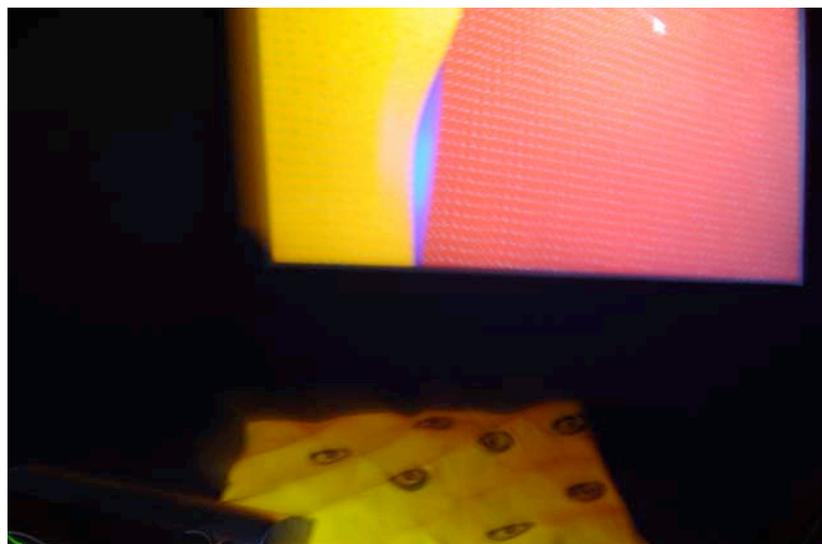


Figura 45: *Membrana Estimulável*, Exposição Emoção Artificial 2.0, 2004. Foto Flavia Amadeu.

Outro exemplo é o vestido *Transformista* em desenvolvimento pelo laboratório *R&D Grado Zero Space* que encolhe e alonga de acordo com a temperatura. Este modelo utiliza o mesmo princípio da camisa *Oricalco*, também desenvolvida pela *R&D Grado Zero Space* e *Corpo Nove*, cujas tramas de nitinol fazem o tecido reagir às mudanças de temperatura, relaxando-se ou contraindo-se, o resultado é uma camisa térmica.



Figura 46: Camisa Oricolco. Disponível em <http://www.gzespace.com/>. Acesso em: 30/03/2006.

A *Vestimenta Animada*, em pesquisa pela *Telecom* francesa, pretende integrar imagens em movimento à vestimenta, utilizando fibras óticas. Esta vestimenta projeta continuamente as imagens selecionadas pelo proprietário. Mas tal tecnologia necessita ainda de uma bateria com mais de um quilo de peso (SCIENCE ET VIE JUNIOR, 2004, 33). A utilização de LEDs orgânicos permite a realização do projeto. Os OLEDs (*Organic Light Emitting Diodes*) são materiais orgânicos emissores de luz que consomem menos energia do que as telas comuns de cristal líquido (*Liquid Crystal Displays – LCDs*), que precisam de retroiluminação, como os utilizados em monitores e televisões. Os OLEDs também oferecem a possibilidade de serem flexíveis e utilizados em forma de películas finas podem ser aplicados sobre uma variedade de substratos, para gerar imagens de alta resolução. As previsões de utilização deste material são inúmeras: televisões de telas grandes; monitores de computador que podem ser enrolados e guardados; superfícies de transmissão de dados em tempo real; e acessórios e peças de roupa. Os OLEDs são de fácil produção e eficientes do ponto de vista energético (Howard, 2004, 86-91).



Figura 47: Protótipo de tela flexível com OLEDs. Universal Display Corporation.
Rev. Scientific American – Brasil, ano2, n.2, mar.2004, p.87.



Figura 48: Capa de chuva Puddle Jumper. Os OLEDs (LEDs orgânicos) são acessos por pingos de chuva. Disponível em: www.horizonzero.ca. Acesso em: 26/08/2004.



Figura 49: Vestimenta do futuro. Revista Science et Vie Junior, n.175, p. 28-33, abr. 2004.

De acordo com Diana Domingues²⁷,

atrás de mouses, teclados, luvas, na ponta de fios, cabos, há um homem com a sua energia natural que se funde à energia das máquinas. O sangue tem o mesmo valor que a corrente elétrica. As ações de um corpo tecnologizado determinam mudanças nas formas de sentir, numa relação de vida na qual os dispositivos sentem e devolvem a energia do corpo.

As vestimentas afetivas e computacionais aproximam as máquinas do corpo ao diluir seus aspectos formais de encaixotados, transformando-as em aparatos poéticos e até mesmo em dispositivos imperceptíveis como

²⁷ DOMINGUES, Diana. A Humanização Das Tecnologias Pela Arte. Disponível em: <http://artecno.ucs.br/coordenacao/secxxi.htm>. Acesso em: 30/03/2006.

agentes máqunicos. As vestimentas afetivas possibilitam, assim, o estabelecimento de uma relação interativa, intuitiva e natural entre o usuário, a tecnologia, o meio ambiente e as outras pessoas, ampliando os processos comunicacionais, e a percepção dos limites do corpo.

4.

EXPERIÊNCIAS SENSÍVEIS

No decorrer dos estudos desta dissertação, observa-se a crescente aproximação dos computadores com o corpo humano e o meio ambiente, a ponto de tornarem-se imperceptíveis como objetos maquínicos, ao terem seus aspectos formais diluídos em vestimentas e objetos orgânicos com atributos estéticos e funcionais. Reconfigurados pela arte e pelo design, tais dispositivos traduzidos em vestimentas (roupas, acessórios, jóias), tendem ao estabelecimento de relações naturais, intuitivas, entre sistemas computacionais e usuário, pois, esse tipo de objeto usa estímulos fisiológicos correspondentes a aspectos psicológicos do usuário inter-relacionando-os com as reações inteligentes do sistema computacional. Desse modo, são aplicados conhecimentos de robótica e computação buscando o aflorar de qualidades afetivas. Esse processo é baseado na pesquisa e no reconhecimento de estímulos fisiológicos correspondentes a aspectos psicológicos do usuário e dos possíveis modos de como relacioná-los com o sistema computacional a eles conectado. Os resultados produzidos são interações cujas qualidades possam ser consideradas como capazes de sensibilizar os seres humanos.

Com a intenção de aplicar o conceito de vestimenta afetiva de Rosalind Picard (1998) e vivenciar as teorias de António Damásio (1996) e Richard Citowic (1993) em que as emoções desencadeiam reações

fisiológicas relacionadas ao pensamento, num processo de acompanhamento contínuo do corpo para com a mente, este capítulo toma por base a experiência de projetar e construir uma jóia afetiva. Essa aplicação prática possibilita refletir sobre o processo de criação e funcionamento de objetos, que, equipados com sensores e *microchips*, podem monitorar diversas variáveis biométricas captadas do corpo humano de forma não invasiva e estabelecer uma relação interativa entre o usuário, a tecnologia, as outras pessoas e/ou o meio ambiente. Desse modo, as vestimentas afetivas ampliam as possibilidades comunicacionais e expandem a percepção do usuário e de seus observadores quanto aos limites do seu corpo.

A jóia afetiva desenvolvida contou com a colaboração do professor Dr. Geovany A. Borges do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília e parceria com o projeto TECBOR (Tecnologia da Borracha Natural da Amazônia) do Laboratório de Tecnologia Química da Universidade de Brasília (Lateq/UnB). Trata-se de uma pulseira sensível a estímulos elétricos da pele relacionados a estados psicológicos do usuário, sendo composta por sistema computacional afetivo e borracha ecológica da Amazônia.

4.1. Borram-se as fronteiras

O projeto Tecbor (Tecnologia da Borracha da Amazônia) foi desenvolvido pelo Laboratório de Tecnologia Química da Universidade de Brasília (Lateq/UnB)²⁸ sob a coordenação do professor Floriano Pastore e pesquisa soluções alternativas de produção para a borracha natural da Amazônia com uma abordagem que visa a dimensões sociais, econômicas e ambientais e oferece perspectivas de crescimento para comunidades seringueiras da região em ações para um desenvolvimento sustentável²⁹.

A novidade dessa borracha está no processamento do látex, o que modificou o processo de produção e o produto final, permitindo o envolvimento do seringueiro e sua família ao longo do processo, eliminando, assim, a necessidade de atravessadores e usinas. O método semi-industrial, de baixíssimo custo é simples e fácil, não requer energia elétrica e consome pouca água, além de não poluir o meio ambiente e não causar danos à saúde dos trabalhadores. Sem a etapa de defumação que polui o meio ambiente e com secagem das folhas ao ar livre, a borracha passa por um processo de destilação, a fumaça é transformada em ácido pirolenhoso e usada como coagulante, eliminando o processo de defumação e resultando na folha de defumação líquida (FDL), folha de borracha colorida de aproximadamente 30 x 40 cm e 3mm de espessura, pronta para o mercado de produção de produtos diversos.

²⁸ Lateq/Tecbor: www.lateq.unb.br. Acesso em: 30/04/2005.



Figura 50: Folhas de defumação líquida (FDL). Foto: Flavia Amadeu.

Em 19 de abril de 2004, iniciou-se a parceria com o Lateq/Tecbor por demanda do projeto *Membrana Estimulável*, da artista e professora Tania Fraga, no qual passei a trabalhar como assistente de pesquisa responsável pelo desenvolvimento da superfície de borracha juntamente com a equipe do Lateq. A obra *Membrana Estimulável* – apresentada no Simpósio de Arte e Tecnologia e na exposição *Emoção Artificial 2.0*, de julho a setembro de 2004, foi comissionada pelo Instituto Itaú Cultural de São Paulo e relaciona arte, ciência e tecnologia com o meio ambiente. Inspirada no movimento senoidal das arraiais, a obra possibilitava o interagir das tecnologias material e computacional com a tecnologia semi industrial de produção da borracha da Amazônia.

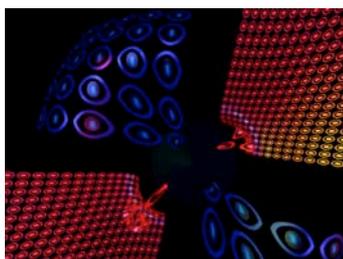


Figura 51: Animação tridimensional do movimento senoidal das arraiais e textura que seriam desenvolvidas nas borrachas. Imagem cedida por Tania Fraga, 2004.

Durante três meses foram realizados testes diários e intensos que não só resultaram em soluções para a obra, mas também no

²⁹ Fundação Banco do Brasil. *Tecnologia Social: soluções que transformam o país*. Conferência Internacional e Mostra de Tecnologias Sociais. São Paulo: Anhembi Morumbi, 17 a 20 de novembro

desenvolvimento de produtos de borracha como bolsas e acessórios e numa parceria que seguiu adiante após o projeto. O projeto *Membrana Estimulável* previa o desenvolvimento de uma superfície de borracha fluorescente texturizada. O início do projeto foi como brincar, experimentar e descobrir novas possibilidades até então nunca realizadas ou levadas adiante pela equipe científica. Pouco a pouco as variáveis e os elementos a serem utilizados na composição do *organismo artificial* (nome dado pela artista à superfície de borracha) foram se definindo ao mesmo tempo em que outros desdobramentos tomavam forma.

Desse modo realizou-se experimentos com pigmentos estimuláveis que se tornavam fluorescentes sob luz negra em ambiente escuro. Para serem obtidos desenhos e texturas, foram experimentados materiais inseridos na borracha durante o processo de coagulação. O melhor resultado deveu-se ao uso da borracha já coagulada inserida em borracha em coagulação, o que possibilitou a criação de texturas em relevo e desenhos na borracha. A seguir foram realizados estudos para a moldagem do padrão de coloração azul marinho para as formas que seriam aplicadas na manta de borracha fluorescente.

Após essa etapa de testes, os parâmetros para construção da superfície já estavam definidos, como a quantidade de tinta fluorescente juntamente com quantidade adequada de componentes químicos adequados para ambos os pigmentos laranja e amarelo, já que a composição dos pigmentos alterava de forma particular a coagulação da

borracha. O molde da padronagem que seria aplicada na borracha fluorescente em azul-marinho.

Os testes subseqüentes foram relativos à vulcanização em forno, em que a borracha adquire determinadas características físicas tais como elasticidade e resistência. No entanto, decidiu-se não vulcanizar a borracha fluorescente em forno devido ao odor gerado por essa etapa, assim a vulcanização da borracha final aconteceu apenas quimicamente.

Em decorrência da necessidade do projeto de produzir a superfície no tamanho aproximado de 1,20m x 1,20m, novos equipamentos foram adquiridos, dentre eles grandes formas para depositar a mistura, um novo forno e uma grande calandra (prensa). Os testes e desenvolvimentos finais foram realizados juntamente com a equipe do laboratório.



Figura 52: Testes de pigmentação do látex no galpão TECBOR/UnB. Fotos Flavia Amadeu.





Figura 53: Testes de cores e texturas com a borracha no galpão TECBOR/UnB. Fotos Flavia Amadeu.



Figura 54: Testes finais e confecção da membrana de borracha no galpão TecBor, UnB, junho de 2004. Fotos equipe do Lateq.



Figura 55: *Membrana Estimável*. Fotos Flavia Amadeu e Tania Fraga.

Além da pesquisa focada no desenvolvimento da Membrana Estimulável, durante esse período foram desenvolvidos também produtos de design como bolsas e acessórios, além do experimento de formas diversas que futuramente foram utilizadas em outros projetos. A bolsa desenvolvida foi, inclusive, publicada na Revista Arc Design N° 39 (2004, 32) juntamente com a divulgação da borracha para o público de designers e arquitetos.



Figura 56: Flavia com bolsa e brinco de borracha. Fotógrafo: João Paulo Barbosa.

Para a equipe do Lateq, a idéia do projeto Membrana Estimulável parecia muitas vezes inviável. Ter uma pessoa de outra área interferindo na mistura por eles desenvolvida, percebendo imagens poéticas enquanto a química se processava, fotografando e se divertindo com esse processo era para eles um fato completamente inusitado.

Talvez a maior contribuição trazida ao Lateq foi o desenvolvimento

de uma nova visão sobre a borracha, até então utilizada como base para mouse pads e porta-copos e sempre escondida embaixo de adesivos ou encarada como um substituto para o couro o qual devia procurar imitar. Pode-se notar visivelmente as mudanças que esse trabalho em parceria causou para essa equipe, que passou a valorizar o material borracha por suas características inerentes e suas possibilidades e beleza iminentes. Hoje o Lateq busca novos parceiros para desenvolvimentos diversos em design, tais como moda, jóias, mobiliário, objetos de decoração, utilitários.



Figura 57: brincos de borracha Flavia Amadeu. Fotografias Flavia Amadeu e João Paulo Barbosa.

Após a finalização da *Membrana Estimulável*, as atividades do laboratório voltaram ao normal e não foi possível dar continuidade a esse tipo de pesquisa em laboratório. No entanto, o trabalho com a FDL prosseguiu na criação e produção de acessórios de borracha e na descoberta contínua de novas possibilidades de explorar formas e texturas.



Figura 58: colares de borracha Flavia Amadeu. Modelo: Ana Carolina Querino. Fotografias Flavia Amadeu, 2004.

Surgiu então a demanda por parte do laboratório de utilização dos retalhos restantes de *mouse pads* que a princípio seriam encaminhados para o lixo. Tais retalhos passaram então a ser enrolados, trançados, tecidos, e assim foi criada a idéia do projeto TECEBOR (Tecendo com a

Borracha Natural da Amazônia) como alternativa para utilização desse material e com a perspectiva de implantação futura de um programa de artesanato com a borracha junto às comunidades.

Os resultados dos experimentos com retalhos da borracha desdobraram-se em outras possibilidades criativas e hoje estão sendo utilizados nas obras *OCE-BOR (Organismo Artificial Estimulável - Behavioral Technological Responsive Organisms)* e *Gravity Fluxion: Pulsations*, ambos trabalhos em processo sendo realizados pela artista Tania Fraga em colaboração com os artistas Frank Pietronigro (norte-americano) e Gavin Starks (britânico).

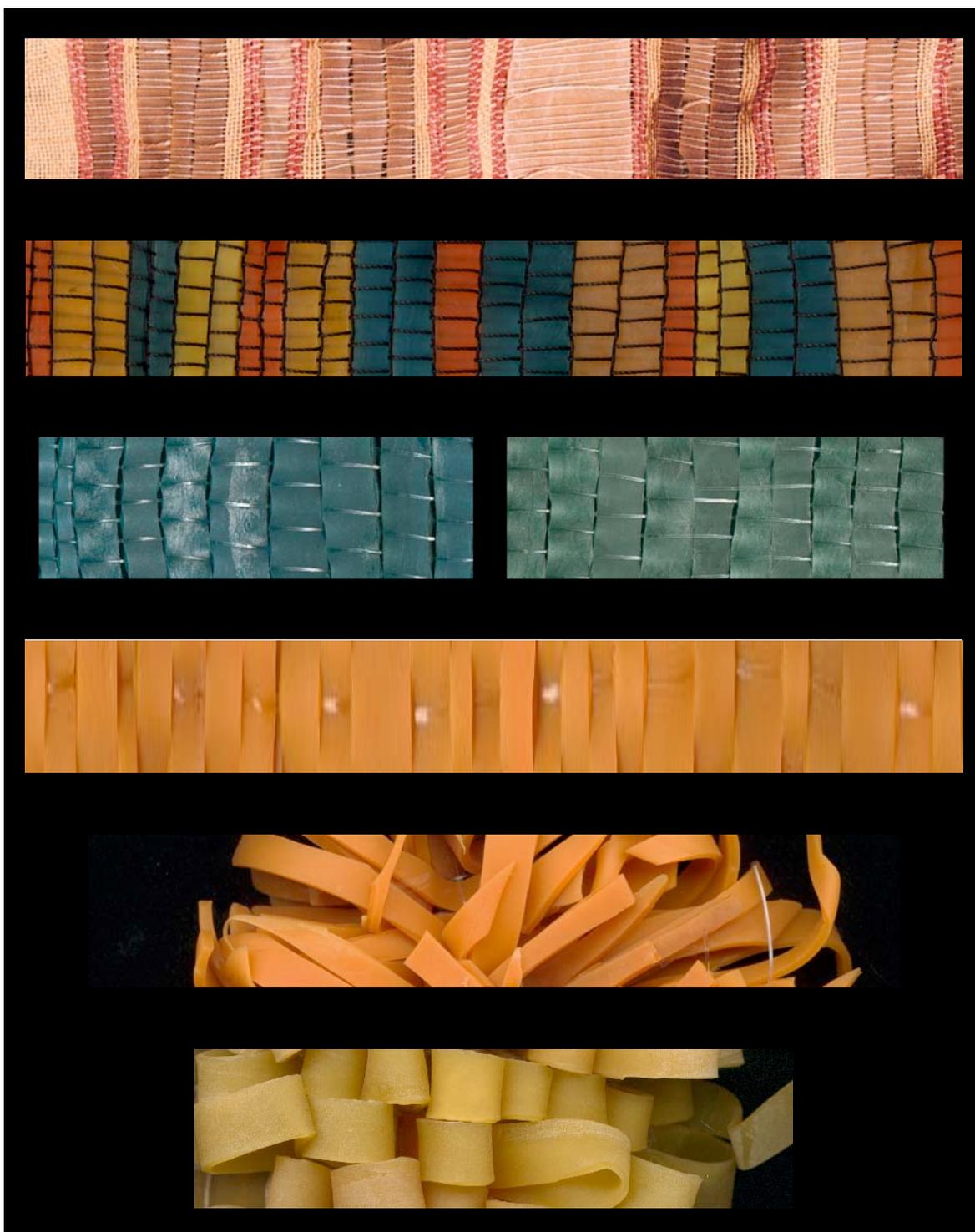
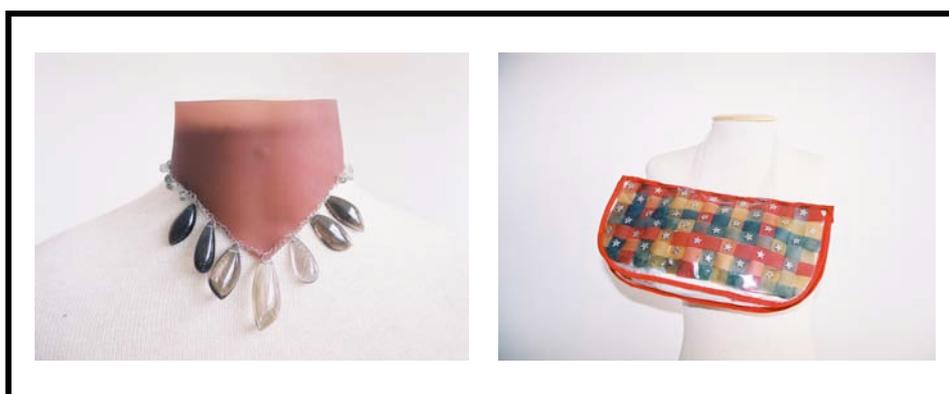


Figura 59: Borracha tecida com juta e fio de algodão por Naia la Bella. Figura 60: Borracha tecida com fio de algodão encerado por Flavia Amadeu. Figura 61: Borracha tecida com fio de *nylon* por Flavia Amadeu. Figura 62: *idem*. Figura 63: Fluff de borracha com *nylon* por Flavia Amadeu. Figura 64: borracha tecida com rami com relevo por Flavia Amadeu. Imagens Flavia Amadeu.



Figura 65: O BOTO (*Behavioral Technological Organic Organism*), objeto estimulável de borracha fluorescente flexível, crescerá durante vôo parabólico, da forma bidimensiona para a forma tridimensional, devido à microgravidade. Imagem cedida por Tania Fraga.

Oficinas na área de design também têm sido realizadas com alunos de design³⁰ com o objetivo de trabalhar a questão do desenvolvimento sustentável ao criarem novas possibilidades de uso com retalhos de borracha doados pelo laboratório.



³⁰ Oficinas realizadas durante o primeiro semestre de 2006 com alunos da disciplina Oficina de Produção estética do curso de Gestão em Design de Moda da Universidade Euroamericana. Os produtos desenvolvidos pelas alunas têm sido levados a congressos e exposições pelo Lateq.



Figura 66: Trabalhos desenvolvidos pelas alunas de design de moda em 1º/2006: Silvia Natashy (colar), Sirley Mendes (bolsa), Ana Flavia Leão (camiseta), Altelita (colete). Orientação e fotografias: Flavia Amadeu.

Além desses trabalhos, a borracha foi utilizada para a construção da jóia afetiva como forma de concluir esta etapa de trabalho e valorizar este produto pesquisado e desenvolvido na UnB e já implementado em comunidades seringueiras da Amazônia. Ao agregar valor a esse material as comunidades podem criar perspectivas de melhorias para suas vidas assim como no estabelecimento de modos de produção capazes de preservar a floresta. Além disso, a intenção é continuar trabalhando com a borracha Tecbor no desenvolvimento de produtos de design, na divulgação do material em oficinas com alunos e, se possível, na orientação das comunidades seringueiras para produzir e vender seus próprios produtos.



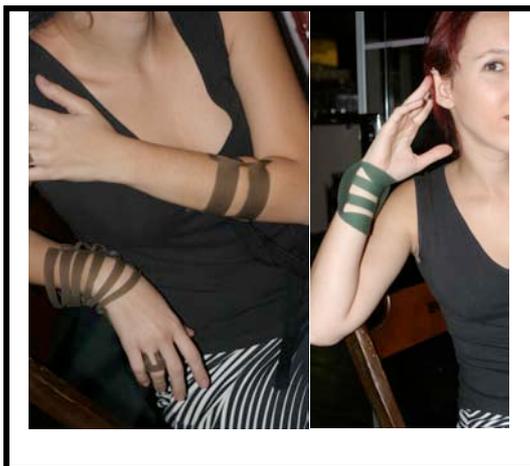


Figura 67: pulseiras de borracha TECBOR, Flavia Amadeu, 2006. Fotografias: Jean Victor Cassartelli.

4.2. A Jóia Afetiva: pulseira sensível

Um projeto de design envolve pesquisa e desenvolvimentos práticos, integrando diferentes materiais e técnicas com o objetivo de traduzir conceitos para objetos com características estéticas e funcionais, destacando e valorizando aspectos como identidade, qualidade, adequação ao ambiente e ao corpo humano. Barroso Neto (1981) (*apud* LUCY NIEMEYER, 2000, 25) considera o design como uma atividade contemporânea de síntese, “que nasceu da necessidade de estabelecer uma relação entre diferentes saberes e diferentes especializações”. Segundo o autor, “design é o equacionamento simultâneo de fatores sociais, antropológicos, ecológicos, ergonômicos, tecnológicos e econômicos, na concepção de elementos e sistemas materiais necessários à vida, ao bem-estar e à cultura”.

O desenvolvimento da jóia afetiva corresponde à aplicação prática dos conceitos e referências pesquisados ao longo desta dissertação. Nessa

vertente, o conceito de vestimenta computacional afetiva foi utilizado para se desenvolver uma jóia afetiva, uma tecnologia capaz de vestir, decorar e se comunicar com o corpo. No entanto, a intenção não foi criar uma peça que desempenhasse funções úteis ao captar os sinais fisiológicos do usuário, mas que suas propriedades sensíveis pudessem aflorar uma busca estética e poética.

Com esse objetivo, definiu-se que a jóia deveria captar sinais fisiológicos do usuário relacionados a fatores psicológicos e responder a eles de forma inteligente, estabelecendo uma relação interativa com o corpo do usuário. Configurando-se então uma pulseira composta por um sensor ligado a um *microchip* capaz de captar e medir as reações eletrodermais, relacionadas a aspectos emocionais tais como memória, atenção, agitação, euforia e tensão.

As variações de condutividade elétrica da pele constituem um fenômeno fisiológico no qual a pele torna-se momentaneamente melhor condutora de eletricidade, decorrente de um estímulo interno ou externo desencadeado por excitação psicológica. Assim, o nível de excitação determina o grau de condutividade da pele, que tende a ser baixo em estados de repouso ou tranquilidade e alto em estados ativos, como em trabalho mental que requer muito esforço, atividade física intensa, momentos de raiva, euforia, surpresa e nervosismo. Pode-se notar, no entanto, que a natureza dos estímulos eletrodermais é bem variada, impossibilitando a determinação dos fatores que desencadeiam tais reações.

O sistema da jóia afetiva possui um galvanômetro GSR (*Galvanic Skin Resistance*) digital, que permite um microchip captar leituras dos estados nervosos simpáticos desencadeados por estímulos, internos ou externos, do corpo. O galvanômetro reflete estados nervosos simpáticos relacionados a estruturas emocionais que são cruciais para a memória, incluindo a memória de faces (CITOWIC, 1993, 212) e a atenção. Esse sistema é o mesmo utilizado pelo 'detector de mentiras' e em testes psicológicos que medem o nível de concentração e estresse do paciente.

O desenvolvimento da jóia afetiva foi baseado no *Galvactivator*, uma luva sensível desenvolvida no Media Lab do MIT, equipada com um galvanômetro. A luva capta a condutividade elétrica da pele do usuário traduzindo o estímulo para um diodo emissor de luz (*LED - Light Emitting Diode*) que se acende com maior ou menor intensidade relativa ao estímulo gerado a partir do estado emocional. Segundo Picard e Scheirer (2001), o aumento da condutividade da pele tende a ser bom indicador de excitação psicológica, causando o brilho intenso do LED.



Figura 68: O estudante do MIT Luiz Rafael Berrios Negron e a artista Tania Fraga vestindo a luva Galvactivator, 2004. Foto cedida por Tania Fraga.

Seguindo a idéia da luva, a pulseira, equipada com sensor, capta a resistividade³¹ da pele, mapeando tais variações para um LED tricolor que varia de verde a vermelho, passando por amarelo e rosa, de acordo com as variações emocionais e, conseqüentemente, fisiológicas de cada pessoa, dando visibilidade aos processos emocionais de alteração e excitação psicológicas.

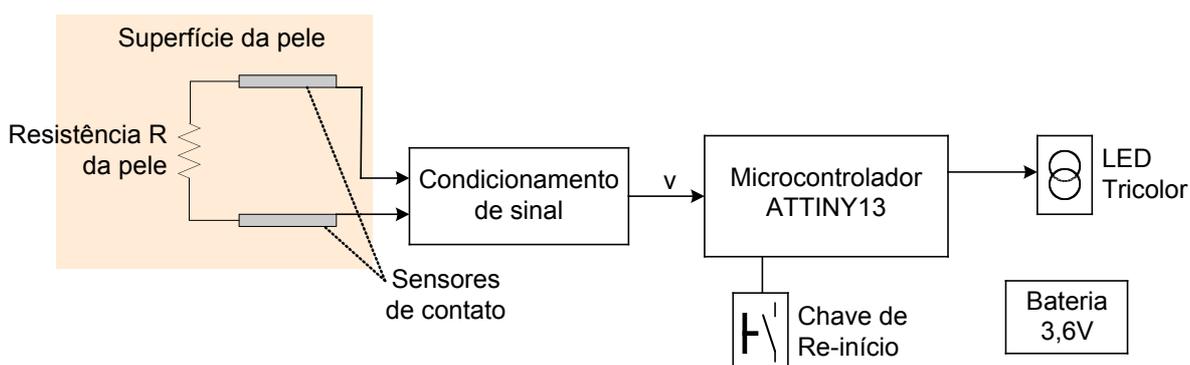


Figura 69: Diagrama de blocos do sistema eletrônico da jóia afetiva.

O sistema eletrônico da jóia afetiva é baseado em microcontrolador. Microcontroladores são microprocessadores programáveis concebidos para aplicações específicas. No caso deste projeto, foi escolhido um microcontrolador de baixíssimo custo, reduzido tamanho e consumo de energia, e suficientemente veloz para atender às necessidades computacionais da jóia afetiva. O sistema eletrônico da jóia afetiva é

³¹ Quanto maior a resistividade, menor a condutividade, e vice-versa. Assim, alta resistividade elétrica significa baixa condutividade.

composto ainda de um par de sensores de contato, um circuito de condicionamento de sinal, um LED tricolor³², um interruptor para reinicilização e uma bateria de 3,6V recarregável, típica de telefones celulares (

Figura 69).

Os sensores de contato são elementos primários para a medição da resistência da pele. Na verdade, eles são dois elementos condutores a serem colocados em contato com a pele, mas devendo estar separados um do outro. Recomenda-se que a distância máxima entre os elementos de contato seja de uns 5cm. Com estes elementos em contato com a pele, a resistência entre eles, que é a resistência R da pele, altera o sistema de condicionamento de sinal. Esta alteração é dada na forma de uma tensão elétrica, que por sua vez é medida pelo microcontrolador. A relação entre a tensão medida v e a resistência da pele é dada por

$$v = \frac{2,7R}{2,8R + 2,7 \cdot 10^5} \cdot 3,6,$$

em que R é dado em Ohms (Ω) e v em Volts. Por meio de experimentos prévios, verificou-se que a resistência da pele varia entre alguma dezenas de milhares de Ohms a até um milhão de Ohms. Quando não há contato dos sensores com a pele, esta resistência é infinita, fazendo com que v seja próximo de 3,6V. Se isto ocorrer, o microcontrolador tem como detectar que

³² LED tricolor 3 mm. O LED tricolor possui duas cores, no caso verde e vermelho, que, conectadas a um catodo comum, permitem uma terceira cor intermediária, resultando numa variação de tonalidades

os sensores não estão em contato com a pele e então desligar o LED. A detecção é feita de forma bastante simples: se v for maior que uma determinada tensão limiar, então é porque a resistência R é muito grande, decorrência do não contato com a pele. A Figura 70 mostra a curva da tensão v em função da resistência da pele, assim como a tensão limiar de detecção de não-contato. Portanto, a medição da resistência da pele é representada pela tensão v .

O microcontrolador utilizado é o modelo ATTINY13 fabricado pela empresa Atmel. A ele está conectado um interruptor e um LED tricolor, cuja funcionalidade no sistema é descrito na próxima seção.

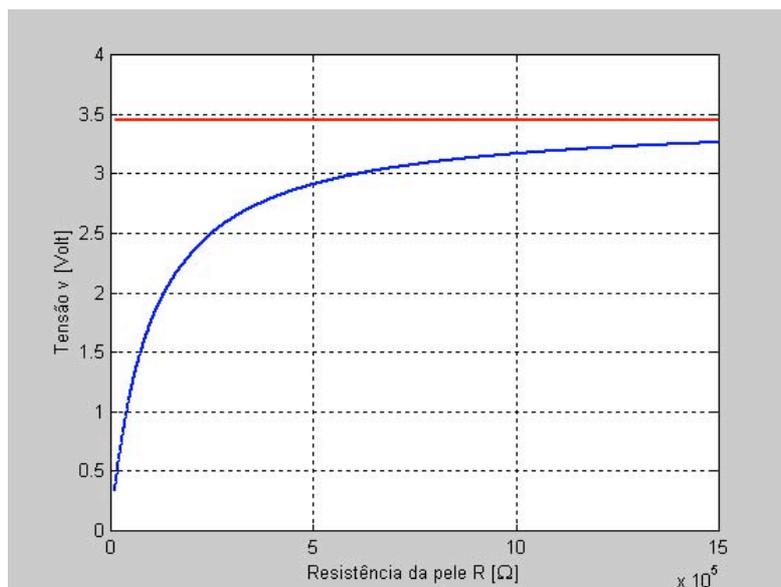


Figura 70: Curva da tensão v em função da resistência R (em azul) e limiar de detecção de não contato com a pele (em vermelho).

4.2.1. Comportamento do circuito

O programa implementado dentro do microcontrolador permite dar as seguintes características ao sistema:

Adaptação: como cada pessoa tem uma determinada faixa para variação da resistência da pele, o sistema proposto é capaz de determinar esta faixa. Isto é feito armazenando em memória o mínimo e máximo valores já medidos para a tensão v . Estes valores são denominados v_{\min} e v_{\max} , respectivamente;

Indicação da resistência da pele: conforme mencionado anteriormente, a variável v é quem representa a resistência da pele. A cada 100ms, o sistema toma uma medida da tensão v e determina

intensidade de emissão de luz vermelha e de luz verde pelo LED tricolor segundo a fórmula abaixo:

$$I_{VD} = \frac{v - v_{\min}}{v_{\max} - v_{\min}},$$

$$I_{VM} = 1 - I_{VD}.$$

Segundo estas fórmulas, a intensidade de luz verde I_{VD} será maior quanto maior for a resistência da pele. Por outro lado, a intensidade de luz vermelha I_{VM} segue a direção oposta, aumentando de valor com a redução da resistência. Como o LED é tricolor, obtem-se por ele a cor resultante da combinação das intensidades vermelho e verde. Observe que estes parâmetros de intensidade de luz assumem valores entre 0 (totalmente apagado) e 1 (totalmente acesso);



Figura 71: Esquema ilustrativo do funcionamento do sistema, as cores demonstram as cores do LED e suas variações.

Reusabilidade: se a jóia afetiva for usada por outra pessoa, os seus parâmetros V_{\min} e V_{\max} precisam ser alterados para a novo usuário. Isto se faz por meio de um interruptor de re-início. Quando este interruptor é pressionado pelo usuário, V_{\min} e V_{\max} , são reinicializados de forma que passam a capturar a faixa de valores de v para o novo usuário;

Memória não-volátil: quando o sistema é desligado, em decorrência da retirada da bateria ou da descarga desta, a configuração do usuário dada pelos parâmetros V_{\min} e V_{\max} fica armazenada em memória interna não-volátil. Isto permite, que quando a bateria é colocada de volta no sistema, os parâmetros do usuário são recuperados da memória, passando o sistema a se comportar como se não tivesse havido o desligamento;

Baixo consumo de energia e uso de bateria recarregável: a bateria empregada é do mesmo tipo usada em telefones celulares, permitindo mesmo ser recarregada usando carregadores comerciais. Como o consumo energético do sistema é muito baixo, acredita-se que com a mesma bateria o sistema dure por pelo menos uma semana de uso contínuo. No mais, quando o sistema detecta que a pulseira foi retirada do braço, ele entra em modo de baixíssimo consumo de energia, não acendendo o LED durante este modo.

O sistema foi primeiramente testado em uma placa de montagem de circuitos elétricos. Após as verificações para adequação do sistema fora

da placa e suas definições básicas, o primeiro protótipo foi então montado, permitindo sua observação em diversas situações no espaço de uma semana (vide anexos).

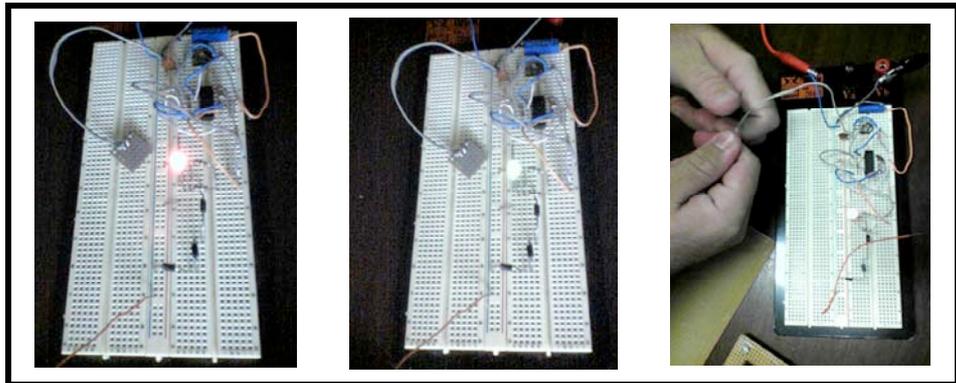


Figura 72: primeiros testes com o sistema ainda em placas de montagem. UnB, 03/02/06.



Figura 73: Sistema fora da placa. UnB, 13/02/06.

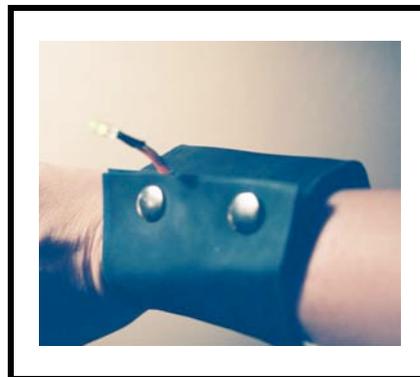


Figura 74: Sistema embutido em pulseira de borracha para teste. UnB, 13/02/06.

De acordo com a descrição, a alta resistividade da pele, correspondente a estados de repouso e tranqüilidade, é expressa em luminosidade verde; inversamente, a baixa resistividade, relativa a estados de euforia e nervosismo é traduzida para a luminosidade vermelha; sendo que, nos os estados intermediários, a luminosidade varia entre amarelo, quando mais próximo do verde, e rosa ou laranja, quando mais próximo do vermelho (Figura 71). Além disso, o *software* do microcontrolador se adapta ao usuário, procurando determinar a faixa de variação da resistividade da pele. Associado a uma memória de médio prazo, os parâmetros de variação elétrica são salvos a cada vinte minutos. Isto permite que a jóia afetiva possa ser usada por mais de uma pessoa, e que, em menos de 24h de uso, a jóia já esteja adaptada ao novo usuário após ter sido reiniciada.

4.3. Integração

Desde o início do projeto prático, decidiu-se pelo uso da borracha Tecbor, antes mesmo da definição do sistema a ser utilizado, devido ao desejo de integrar ambas as pesquisas realizadas, além de valorizar esse material por todos os aspectos sociais, ecológicos e nacionais que representa.

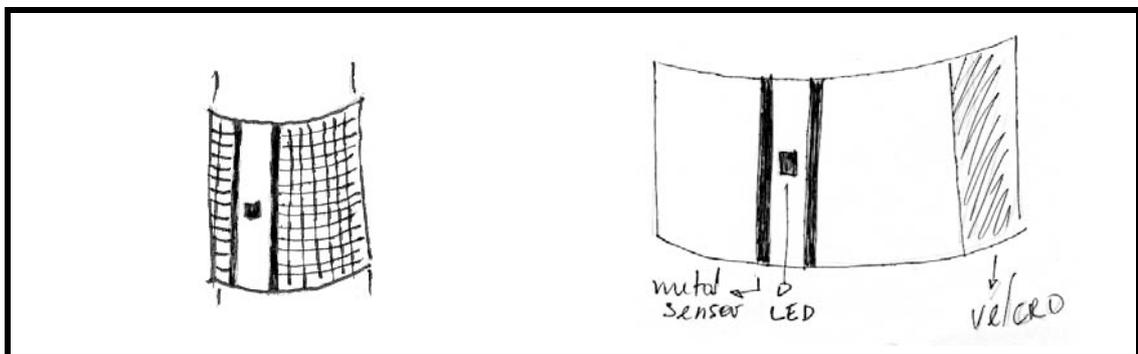
A definição do sistema levou um pouco mais de tempo, pois foi necessário avaliar, dentre várias idéias e possibilidades, qual seria viável e adequada ao conceito escolhido. Optou-se, então, pelo desenvolvimento de um sistema sensível às variações elétricas da pele relacionadas com fatores psicológicos como descrito anteriormente.

No período de desenvolvimento do sistema da jóia afetiva foi observado haver necessidade de uma pressão constante do sensor em relação à pele. O sensor é composto por duas partes de metal condutor que medem a variação elétrica entre dois pontos diferentes da pele, dados que são traduzidos pelo *microchip*. Devido a este fator, definiu-se o formato da jóia como pulseira, de modo a proporcionar um contato mais estável do sensor com a pele. Diferentemente de um colar, por exemplo, que devido aos movimentos do usuário tornaria o contato com a pele inconstante. Além disso, o fato do usuário poder se observar parecia interessante como forma de autoconhecimento.

As imagens que se seguem correspondem à fase de composição da pulseira e de sua integração com o sistema. Os esboços mostram a intenção de se utilizar a borracha tecida e o metal correspondente com o sensor aparecendo como detalhe externo da pulseira. Assim, o primeiro protótipo foi realizado com chapa de zinco e borracha trançada, definindo-se então a estrutura da jóia. Em seguida, foi desenvolvida a versão final da pulseira. Nesta versão foram utilizados borracha e nylon tecidos, além de dois aros de chapas de prata para composição do sensor, de forma a manter a pulseira em contato com o corpo do usuário e ao mesmo tempo criar uma composição visualmente agradável para a parte externa da pulseira. Na face interna, colocou-se um bolso de elástico para armazenamento do sistema, de modo que este fique localizado na parte do antebraço voltada para o lado interno do corpo, enquanto o LED e os sensores de prata ficam direcionados para fora. Para o fechamento da pulseira foram utilizados *velcros*.



Figura 75: Pulseira de borracha tecida com *nylon* por Flavia Amadeu. Foto: André Carvalho.



Figuras 76 e 77: Esboços da pulseira afetiva, março de 2006.

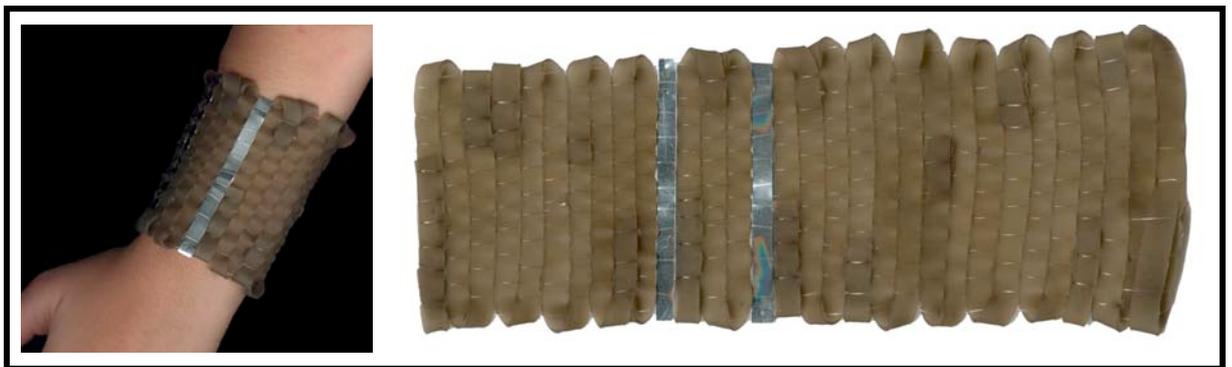


Figura 78: Protótipo da pulseira. Figura 79: Tecido de borracha tecida com *nylon* e placa de zinco.





Figura 80: A pulseira.

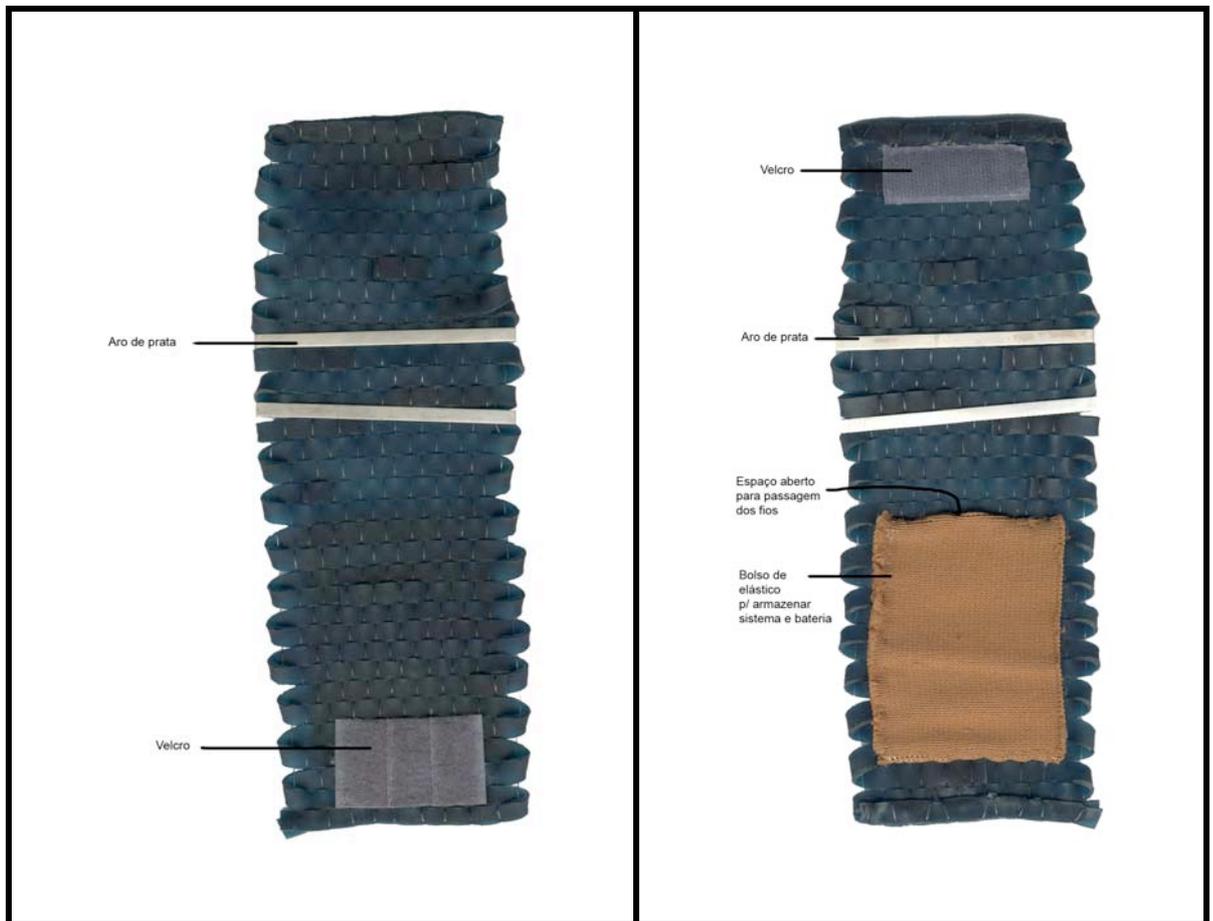


Figura 81 e Figura 82: Estrutura da Jóia Afetiva.

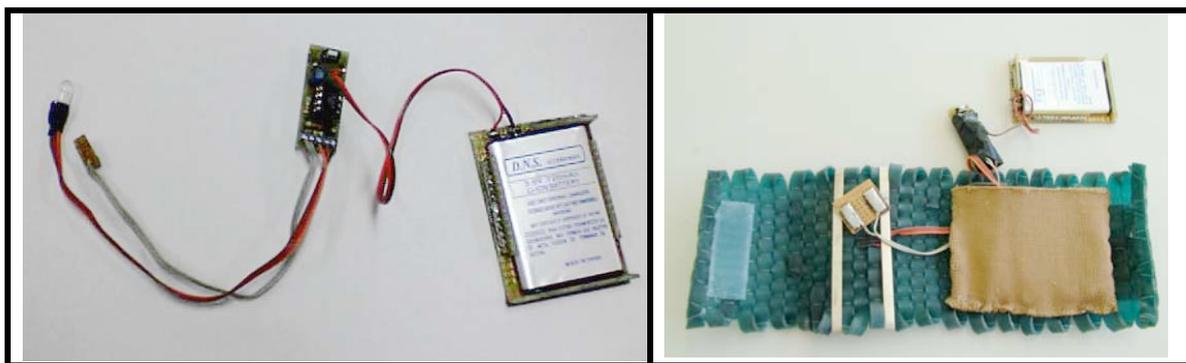


Figura 83: Sistema da jóia afetiva. Figura 84: Integração: sistema e pulseira.

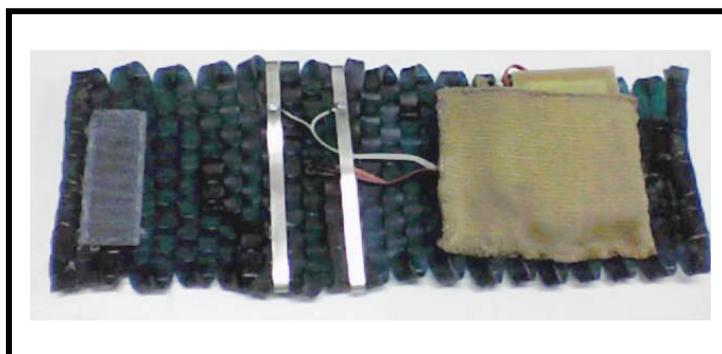


Figura 85: Integração pulseira e sistema: o sensor é o detalhe de prata da pulseira.

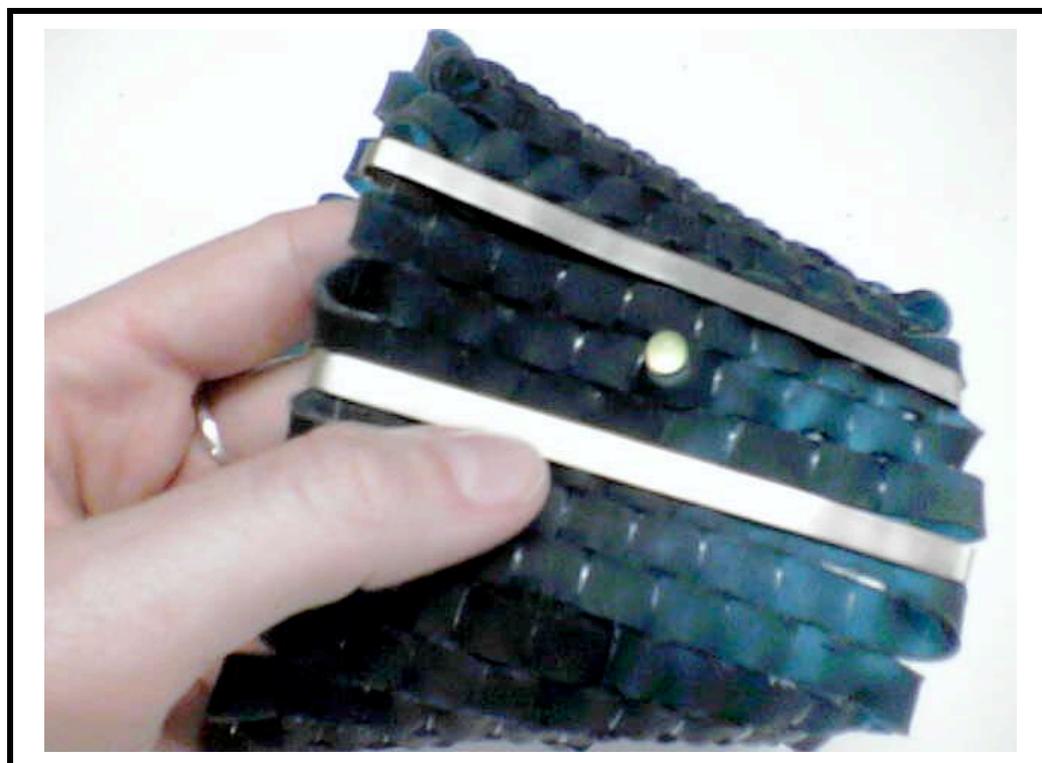


Figura 86: Pulseira e sistema integrados

A Pulseira Afetiva (Figura 87) possui em sua parte externa e visível, borracha tecida com *nylon* e duas chapas de prata, que em contato constante com a pele constituiriam os próprios sensores do sistema, enquanto são simultaneamente detalhes visuais externos da pulseira. No entanto, quando da integração do sistema na pulseira de borracha, observou-se que os pelos existentes na região externa do antebraço interferiam na captura das variações elétricas, gerando mau contato. Por isso, foi preciso reformular o sensor, transferindo-o para a face interna do antebraço em uma pequena placa com pontos de contato de metal, mudança que não interferiu na composição da pulseira, mas acrescentou um dispositivo em seu interior, constituído de um bolso de elástico para comportar o *microchip* e a bateria com uma saída a fim de que os fios cheguem até o sensor e o LED.

A fase de desenvolvimento prático da jóia afetiva permitiu vivenciar o conceito de vestimenta computacional afetiva, tanto no que diz respeito ao funcionamento, quanto ao processo de construção de uma obra interdisciplinar. Ao final dessa primeira versão da pulseira afetiva, é possível vislumbrar novas possibilidades de melhorias e desdobramentos. O sistema, por exemplo, pode ser menor, contendo um *microchip* com menos da metade do tamanho atual, em largura e espessura. Pretende-se também repensar o sensor, seus pontos de contato e sua forma de colocação, de modo a retomar à idéia inicial, fazendo dele parte de detalhes estéticos da pulseira. Além disso, essa mesma jóia pode ser transformada em uma pulseira supersensível, bastando para isso apenas programar o *microchip*

para o reconhecimento de outras variáveis como por exemplo temperatura e umidade da pele, reconhecimento de sons do ambiente, captação de posicionamento do antebraço e de movimentos e pausas, entre outros, sendo então necessário adicionar novos dispositivos de resposta, como os LEDs.

Além disso, há a perspectiva de levar esses desenvolvimentos adiante incluindo as várias outras idéias de jóias afetivas que surgiram no decorrer da pesquisa e que se mostraram inviáveis para o momento devido à necessidade de envolvimento de uma equipe maior, além de maiores recursos financeiros. Para essas outras concepções, as jóias afetivas serão objetos para performances, sendo capazes de captar e traduzir variáveis do corpo do ator ou bailarino. Esses objetos estimuláveis estão sendo concebidos a partir de movimentos diversos, sendo uma delas jóias – pensada em colaboração com a colega de mestrado e professora de dança Cíntia Nepomuceno – um cinto afetivo capaz de monitorar os movimentos do quadril da bailarina, além de variáveis biométricas do seu corpo.

Pensa-se ainda na pulseira afetiva como aparato para autoconhecimento, em que, o usuário acaba se observando em diversas situações e percebendo as suas reações e variações de humor durante o dia. Também, os dados do *microchip* de uma pulseira, utilizada durante um período de tempo por uma mesma pessoa, poderiam ser decodificados num computador e re-elaborados, resultando num gráfico de análise dessas variações, permitindo os a elas estudos pertinentes.

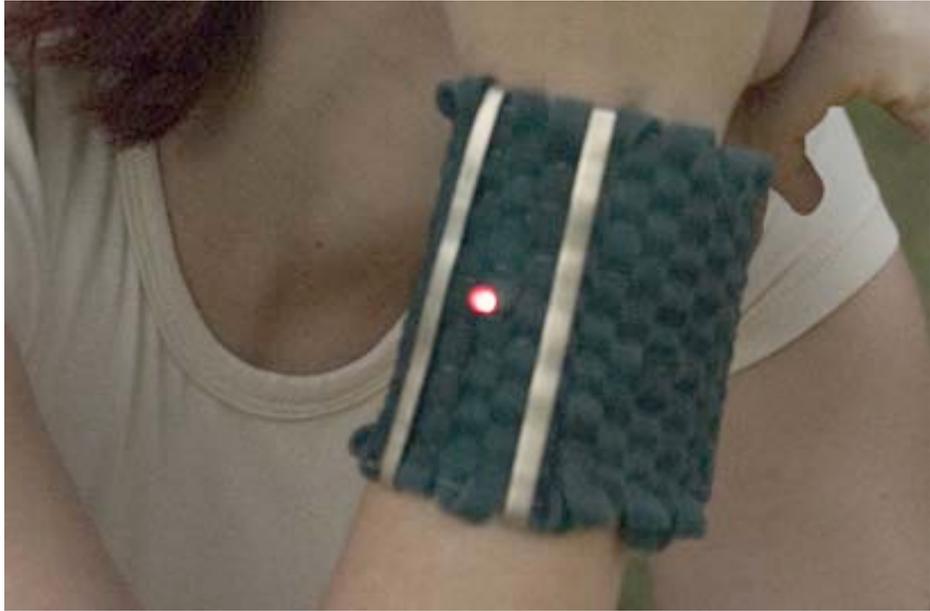


Figura 87: Jóia Afetiva. Fotografia: André Carvalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

“(...) nós queremos mais do que menos contato com nós mesmos”

Derrick de Kerckhove, 1997, 179.

As novas tecnologias trazem sempre momentos de crise, ruptura, disseminação e adaptação. Assim como os grandes avanços tecnológicos da história da humanidade, as tecnologias computacionais hoje são grandes transformadoras da percepção de mundo, responsáveis por mudanças sociais e econômicas, pelo surgimento de novas formas e meios de comunicação e, conseqüentemente, pelo questionamento recorrente nos períodos de mudança sobre o que é arte e como ela atua. Mas, ironicamente, essa mesma tecnologia, muitas vezes assustadora, também sensibiliza visões abrindo espaços para novos imaginários, novas formas de expressão, comunicação e relacionamento com o corpo e o meio.

Nesse processo de transformação, Mc Luhan (1964, 34) coloca que “os efeitos da tecnologia não ocorrem aos níveis das opiniões e dos conceitos: eles se manifestam nas relações entre os sentidos e nas estruturas de percepção, num passo firme e sem qualquer resistência”. Nesse turbilhão, segundo o autor, o artista é “a única pessoa capaz de enfrentar, impune, a tecnologia, justamente porque ele é um perito nas mudanças de percepção”.

A situação atual, de acordo com Diana Domingues³³, reafirma que a história da arte é substancialmente uma história de meios e linguagens, e que as tecnologias eletrônicas, predominantes ao final do século XX, colocam-se como novos meios de produção para os artistas. O processo acontece em condições de estreita parceria com a ciência. Nesse contexto, a arte não lida apenas com o artificial, mas sua atuação é de extrema importância para o estabelecimento da relação das novas tecnologias com a vida. Na contemporaneidade, essas relações manifestam-se na interatividade e na interdisciplinaridade.

Atualmente, as tecnologias computacionais, desencadeadoras de mudanças históricas em dimensão mundial, tendem a se adaptar ao ambiente e ao corpo humano, abandonando seus aspectos mais rígidos, os quais ainda presentes em nosso dia-a-dia, já mostram processo de obsolescência. Pode-se observar o crescente encontro e integração entre as múltiplas tecnologias e os seres humanos, em decorrência não só das mudanças decorrentes do desenvolvimento digital, mas também do desenvolvimento de novos materiais com propriedades especiais muitas vezes integrados aos sistemas computacionais. Estes materiais decorrem do desenvolvimento da nanotecnologia, da tecnologia molecular e da robótica apresentando-se como materiais estimuláveis, invisíveis, inteligentes, entre outros. Assim, artistas, engenheiros, designers e cientistas vêm trabalhando juntos na intenção de gerar computadores mais inteligentes e amigáveis,

³³ DOMINGUES, Diana. A Humanização Das Tecnologias Pela Arte. Disponível em: <http://artecno.ucs.br/coordenacao/secxxi.htm>. Acesso em: 30/03/2006.

tanto em termos de interface física, quanto digital (*hardware* e *software*), a fim de estabelecer interações naturais com os usuários.

Seguindo essa tendência, a computação afetiva é uma tentativa de tornar os computadores mais próximos de objetos sensíveis com a habilidade para captar, expressar e lidar com as emoções humanas inteligentemente; é uma busca para o estabelecimento de uma relação natural e ágil entre seres humanos e máquinas, procurando torná-las praticamente imperceptível como aparato computacional, integrando-as ao ambiente e aocorpo. Essa troca complementar entre arte e ciência tem permitido artistas e cientistas imaginarem e materializarem infindáveis possibilidades poéticas e funcionais para a interação humano-máquina. Conforme Stephen Bell *apud* Domingues³⁴, não importa o nível de intimidade com o tecido digital, a interatividade gera sempre uma informação resultante de uma colaboração mútua do homem com as máquinas.

Nesse campo miscigenado, arte, ciência e tecnologia formam uma tríade ideal para sinalizar, desenvolver e pensar as relações em que o natural e o artificial não disputam lugares, mas compartilham atividades e integram sistemas. Compete aos artistas, nesse contexto, o papel de unir a subjetividade e a emoção aos conhecimentos científicos. A subjetividade e a emoção são tão necessárias quanto a razão e a objetividade para a futura construção de computadores capazes de lidar com aspectos da afetividade humana.

³⁴ Ibidem.

Segundo Guatarri (2001, 182), talvez pela primeira vez na história, as práticas individuais e sociais de autovalorização e de auto-organização da subjetividade estão em condições de “desembocar num reposicionamento fundamental do homem em relação ao seu meio ambiente maquínico e ao seu meio ambiente natural (que aliás tendem a coincidir)”.

Ao ser utilizada para vestir, decorar e expandir possibilidades do corpo, a tecnologia torna-se uma questão simbólica de identidade social e de individualidade. Assim, as vestimentas computacionais afetivas parecem apontar rumos para o futuro da moda, mostrando a possibilidade da integração de materiais especiais com sistemas computacionais para compor objetos e vestimentas inteligentes e sensíveis. Estas, além do apelo estético que caracterizam os produtos de moda, poderão desempenhar funções diversas, monitorando funções corpóreas e tornando-se portais para novas formas de comunicação. Produtos do pensamento e do corpo para o mundo, desencadeadores de novas formas de expressão e de integração com o meio ambiente podem propiciar abertura para outros imaginários, em que objetos ligados aos sentidos e aos sentimentos estabelecerão relações afetivas com quem os veste.

Segundo Maria Cristina Costa³⁵, é preciso pensar a tecnologia como afirmação do humano, como liberdade e como expressão individual da subjetividade, “isso significa, entretanto, não pensá-la apenas como meio, como instrumento, mas como campo semântico e como possibilidade de significação”.

³⁵ COSTA, Maria Cristina Castilho. “A apoteose da interação”. Disponível em: http://www.itaucultural.org.br/index.cfm?cd_pagina=2014&cd_materia=1621. Acesso em: 01/03/2006.

Mas se por um lado os novos materiais são potencialmente promissores em um futuro cheio de vantagens tecnológicas, eles também podem representar ameaças para o meio ambiente e para a humanidade. Os artistas e cientistas responsáveis por essas pesquisas precisam ser cuidadosos com questões relativas à sustentabilidade do meio ambiente onde se inserem e com a conscientização daqueles que serão ou espectadores ou usuários das obras e produtos gerados a partir destas pesquisas. De acordo com o neurologista Citowic (1993, 188), o futuro só existirá se a humanidade conseguir equilibrar-se com a natureza e conviver harmoniosamente com as tecnologias e o meio ambiente, pois o que fazemos para a teia da vida fazemos a nós mesmos.

É importante ressaltar, que apesar da intenção da presente dissertação de dotar os computadores de qualidades afetivas, não se deve pensá-los como substitutos da afetividade humana, mas simplesmente que esta é uma busca por uma tecnoecologia, como coloca Eduardo Kac (*apud* MACHADO, 2001), na qual seres humanos, tecnologia e natureza estabelecem relações integradas e inteligentes. Citowic (1993, 204-5) acredita que nenhuma máquina de lógica pode ‘entender’ de fato o que é apreendido na experiência de ter um corpo físico – janela para o conhecimento do mundo real e suporte dos pensamentos e sentimentos – e viver em uma cultura, pois a base para a escolha e decisão de qualquer máquina é necessariamente artificial.

Ao estabelecer relações mais íntimas com corpo, mente e meio ambiente, propõe-se utilizar a computação afetiva para potencializar os

efeitos psicológicos da tecnologia, alterando o papel da vestimenta como extensão do corpo, projetando a consciência para fora do corpo integrando esse corpo com a tecnologia e o meio ambiente. Assim, a vestimenta afetiva proposta pretende captar, interpretar e expressar acontecimentos do corpo, tornando visível o invisível, fazendo processos inconscientes emergirem, propiciando ao interator um maior conhecimento de si mesmo.

Derrick de Kerckhove (1997, 176) destaca que as tendências psicotecnológicas – termo cunhado por ele com referência no modelo da biotecnologia para definir qualquer tecnologia que simule, estenda ou amplifique os poderes da mente – relacionam-se à perda das fronteiras psicológicas entre o ser humano e o meio ambiente. Assim, os computadores e outras mídias combinam-se para criar meio ambientes que, juntos, estabelecem áreas de processamento de informação, configurando regiões de emergência para essas tendências psicotecnológicas. As tecnologias vistas deste ângulo, segundo o autor, não apenas expandem as propriedades de envio e recepção da consciência do interator, como também penetram e modificam essa consciência, projetando-a para fora do corpo.

De acordo com de Kerckhove (1997, 187), apenas os últimos resquícios das antigas preferências visuais ainda previnem o reconhecimento do óbvio: interatividade é tocar. De Kerckhove (1997, 177-8) destaca ainda, a idéia do *ponto de existência (point-of-being)*, o ponto de referência física em um meio cercado de projeções eletrônicas que permite às pessoas continuarem sendo elas mesmas enquanto seus sentidos

estendidos tecnologicamente operam em todo o planeta. O *ponto de existência* é a sensação física de estar em algum lugar, é uma experiência tátil, não é apenas uma experiência visual, é compreensiva e não exclusiva. Apesar de distante da realidade como ponto de vista, torna-se o referencial de entrada para compartilhar um mundo onde o homem da Renascença deixou de ser o modelo. A partir do momento em que o ser humano percebe que não é separado do meio, rapidamente ele se torna algo maior, pois as fronteiras que separam ser e meio tornam-se difusas, iniciando-se um fluxo cruzado entre a presença e a ausência do corpo.

De Kerckhove (1997, 187) diz que a apreciação pró-ativa da realidade envolve o corpo inteiro e todos os sentidos. O ponto de referência não é apenas representação ou pura visão, mas o modo como cada um relata o mundo do instante e das comunicações onipresentes. O *ponto de existência* não é seu ponto de vista, mas o completamente ali, no lugar onde ele se encontra dentro de sua própria pele, mesmo que suas extensões sensoriais assistidas tecnologicamente o carreguem para longe dos limites imediatos dos sentidos da visão, do tato e da audição. Não é uma visão perspectiva que enquadra a realidade, mas um lugar definido pela precisão e complexidade das conexões do ser com o mundo. De acordo com o neurologista António Damásio (1996, 146), “a mente encontra-se incorporada, na plena acepção da palavra, e não apenas ‘cerebralizada’”. Segundo Citowic (1993, 226), “cada experiência subjetiva é conectada com um único ponto de vista. Algum lugar é você mesmo”.

Na presente pesquisa, o *ponto de existência* é justamente o território das vestimentas afetivas. Utiliza-se a computação afetiva, não para negar o corpo, mas ao contrário, para realizar uma aproximação com ele mesmo, induzindo cada vez mais uma interatividade delicada e natural que integre todo o ser. Stelarc, assim como Hans Moravec e a geração *cyberpunk*, sugerem que o corpo está obsoleto e deveria ser completamente substituído pela tecnologia. O presente trabalho situa-se no pólo contrário. Ele entra em ressonância com o pensamento de de Kerckhove (1997, 187-8) para quem essas tecnologias eletrônicas não tendem a um abandono do corpo, mas a um remapeamento da vida sensória dos seres humanos.

Os computadores vestíveis ao eliminarem fios, peso, e formatos geométricos, tornam-se mais orgânicos e passam a fazer parte da vida do usuário, imperceptivelmente, a ponto de tornarem-se indistinguíveis de uma peça de roupa ou de um organismo quase vivo. Este novo critério psicológico permite repensar o significado das extensões tecnológicas, não como meros auxiliares de transporte de sinais, mas como formas, padrões e configurações possíveis de estabelecer novas relações e conexões.

Assim, as vestimentas afetivas ao aproximarem o corpo e as tecnologias e ao estabelecerem um novo tipo de percepção e de comunicação, destacam também o *ponto de existência*, confluência para todos os sentidos. Enfatizam, assim, o lugar e o papel do corpo como palco para as emoções, reforçando o fato de sermos parte integrante da natureza mais do que dela separados.

Esta pesquisa e o projeto que a aplica, portanto, incorporam não só

o conceito de afetividade na relação dos seres humanos com os materiais e sistemas computacionais, mas, além disso, abordaram a afetividade como fator preponderante nas relações humanas. Elas acionaram também um processo interdisciplinar envolvendo áreas diversas do conhecimento, fato evidente no envolvimento do número de áreas diversas cujos pesquisadores atuaram em colaboração para o desenvolvimento da jóia afetiva. É importante destacar a conjugação de materiais como a borracha da Amazônia com o sistema computacional, resultando num processo gerador de simbioses entre o humano e o computacional; entre arte, design, tecnologia e ciência; entre razão e emoção, corpo e pensamento, e, acima de tudo, foi fator determinante o seu papel gerador de sensíveis simbioses entre seres humanos.

BIBLIOGRAFIA

AMADEU, Flavia. O corpo e as novas tecnologias materiais. In: MEDEIROS, M.B. (org.). *Arte em pesquisa: especificidades*. Brasília: Pós-graduação em Arte, UnB, 2004, v. 1, p. 399-403.

AMADEU, Flavia. Humano-computador em interações afetivas. In: MEDEIROS, M.B; AMADEU, F. (org.). *Revista CoMA – Coletivo do Mestrado em Arte*. Brasília: Pós-graduação em Arte, UnB, ano 2, n. 2, p. 174-183, set.2005.

ARANTES, Priscila. *Arte e Mídia*. São Paulo: Senac, 2005.

ARC DESIGN. São Paulo: *Quadrifólio*, n. 39, novembro/dezembro, 2004.

ASCOTT, Roy. The Moist Manifesto in Dulcimira Capisani (org.). *Transformação e realidade: mundos convergentes e divergentes*. Campo Grande, MS: PROPP, CEAD, UFMS, 2001.

AVELLAR, Suzana. Arte e moda: da vanguarda aos wearable computers. *Arte em pesquisa: especificidades*. Brasília: Pós-graduação em Arte, UnB, 2004, v. 1, p. 427-430.

BARATA, Germana. Nanotecnologia exige urgente controle e regulamentação de riscos. Curitiba, 24/03/2006. Disponível em:
<http://www.comciencia.br/comciencia/?section=3¬icia=74>. Acesso em: 30/03/2006.

BENJAMIN, Walter. A obra de arte na era de sua reprodutibilidade técnica. In *Obras escolhidas*, v.1: Magia e técnica, arte e política. São Paulo: Brasiliense, p. 165-196, 1993.

BERZONWSKA, Joanna. Intimate Eletronics: wearable computers, electronic textiles, and reactive fashion. *Horizon Zero*, Issue 16: Wear: smart clothes, fashionable technologies, 2004. Disponível em:
<http://www.horizonzero.ca/textsite/wear.php?is=167file=5&tlang=0>. Acesso em: 05/08/2004.

BREAZEL, Cynthia L. *Designing Sociable Robots*. Massachusetts: MIT, 2002.

BRITO, Ronaldo. *Espaço da Arte Brasileira/Neoconcretismo*. São Paulo: Cosac & Naify, 1999.

CALVINO, Ítalo. *Seis propostas para o próximo milênio*. Trad.: Ivo Barroso. São Paulo: Companhia das Letras, 1990.

CAMBRIDGE ADVANCED LEARNER'S DICTIONARY. Cambridge, NY: Cambridge Press, 2003.

CESAR, Marisa Flório. O ateliê do artista. In Ferreira, G. ; Venâncio Filho, P (org.). *Arte & Ensaio: Revista do Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais*. Rio de Janeiro: Escola de Belas Artes; UFRJ, ano 9, n.9, 2002.

CITOWIC, Richard E. *The Man Who Tasted Shapes: a bizarre medical mystery offers revolutionary insights into emotion, reasoning, and consciousness*. New York: Putnam's Book, 1993.

DAMÁSIO, António R. *O Erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano*. Trad.: Dora Vicente e Georgina Segurado. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DELEUZE, Guilles; GATARRI, Félix. *Mil Platôs: capitalismo e esquizofrenia*, v. 1. São Paulo: 34, Coleção Trans, 1995.

DIAMOND, Sara. *Growing new architectures from Carbon Versus Silicon*. *Horizon Zero*, Issue 14: Dream, mar/apr 2004. Disponível em: <http://www.horizonzero.ca/textsite/dream.php?is=14&file=1&tlang=>. Acesso em: 13/04/2004.

DOMINGUES, Diana. "A Humanização Das Tecnologias Pela Arte". Disponível em: <http://artecno.ucs.br/coordenacao/secxxi.htm>. Acesso em: 30/03/2006.

DONATI, Luísa P. *Vestis (corpos afetivos)*. In: *Catálogo Maior ou Igual a 4D: Arte Computacional Interativa*. Centro Cultural do Banco do Brasil. Brasília: 2004.

_____. O computador como veste-interface: reconfigurando os espaços de atuação. 2005. Tese de Doutorado. Campinas: Departamento de Multimeios, Instituto de Artes, Unicamp.

DUGGAN, Ginger Gregg. "O maior espetáculo da terra: os desfiles de moda contemporâneos e sua relação com a arte performática" In: Revista Fashion Theory: a revista de moda, corpo e cultura. São Paulo: Berg e Anhembi Morumbi, ed. bras., n. 2, jun. 2002, pp. 3-30.

DURING, Élie. Georges Didi-Huberman: Aby Warburg, l'histoire de l'art e l'âge de fantômes. Art Press 277, p.18-24, 2002.

FABBRINI, Ricardo N. *O Espaço de Lygia Clark*. São Paulo: Atlas, 1994.

FARIA, Ernesto. Dicionário Escolar Latino-Português. Rio de Janeiro: Ministério da Educação e Cultura, 1962.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Novo Dicionário da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira S.A.

FLUSSER, Vilém. *Filosofia da caixa preta: ensaios para uma futura filosofia da fotografia*. São Paulo: Hucitec, 1985.

FRAGA, Tania. Membrana Estimulável: além da imersão em realidades virtuais. Apresentado ao Simpósio Emoção Artificial 2.0, Itaú Cultural, São Paulo, julho de 2004.

FRAGA, Tania. Thinking Liquid Thoughts: Version 2. Technoetic Arts: a journal of speculative research, v. 2, n. 3, p. 169-180. Bristol: Intellect Ltd., 2004.

FRAUNHOFER Magazine: research, technology and innovation, special issue. Nanostructured Surfaces. München: Fraunhofer-gesellschaft, 2005.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. *Tecnologia Social: soluções que transformam o país*. Conferência Internacional e Mostra de Tecnologias Sociais Anhembi Morumbi: SP, 17 a 20 de novembro de 2004.

GIMZEWSKI, Jim; VESNA, Victoria. The Nanomeme Syndrome: concerning mechanistic visions of control at a molecular scale. Horizon Zero, Issue 14: Dream,

mar/apr 2004.

Disponível em: <http://www.horizonzero.ca/textsite/dream.php?is=14&file=5&tlang=0>.

Acesso em: 13/04/2004.

GOMBRICH, Ernst, H. A concepção renascentista do progresso artístico e suas conseqüências. In: *Norma e forma: estudos sobre a arte da Renascença*. Trad: Jefferson Luiz Vieira. São Paulo: Martins Fontes, 1990.

GOULD, Paula. Textile Gain Intelligence. In *Materials Today*. Elsevier Ltd., 2003, p.38-43. Disponível em: <http://www.ifmachines.com/materials%20today.pdf>. Acesso em: 07/08/2004.

GUATARRI, Félix. Da Produção de Subjetividade. Trad.: Suely Rolnik. In: PARENTE, A. (org.). *Imagem Máquina: a era das tecnologias do virtual*. Rio de Janeiro: Ed. 34, Coleção Trans, p. 177-191, 1993.

GUÉDON, Jean-Claude. Nothing to wear. *Horizon Zero*, Issue 4: Touch, nov/dez 2002. Disponível em <http://www.horizonzero.ca/textsite/touch.php?is=4&art=0&file=2&tlang=0>. Acesso em: 13/04/2004.

HOFFMAN, Hunter G. Driblando os Sentidos. *Scientific American – Brasil*, ano 3, n. 28, p. 46-53, 2004.

HOWARD, Webster. Telas Melhores com Membranas Orgânicas. *Scientific American – Brasil*, ano 2, n. 22, p. 86-91, 2004.

KERCKHOVE, Derrick de. *The Skin of Culture: investigating the new electronic reality*. London: Kogan Page, 1997.

KUSMANOVIC, Maja. Fashion Ecologies: the evolving field of responsive sustainable textiles. *Horizon Zero*, Issue 16: Wear: smart clothes, fashionable technologies, jul/aug 2004.

Disponível em: <http://www.horizonzero.ca/textsite/wear.php?is=16&file=5&tlang=0>
Acesso em: 05/08/2004.

LA BELLA, Naia. Carlos Miele, arte/moda: posição ex-cêntrica. In:MEDEIROS, M.B. (org.). *Arte em pesquisa: especificidades*. Brasília: Pós-graduação em Arte, UnB, 2004, v. 1, p. 411-17.

MACHADO, Arlindo. *Máquina e Imaginário: o desafio das poéticas tecnológicas*. São Paulo: USP, 2001a.

_____. *O quarto iconoclasto e outros ensaios hereges*. Rio de Janeiro: Rios Ambiciosos, 2001 b.

MANN, Steve. Wearable Computing: A first step toward "Personal Imaging" IEEE Computer, Vol.30, No.3 (summary of my last 20 years as a "photographic cyborg"). Disponível em: <http://wearcam.org/ieeecomputer/r2025.htm> Acesso em: 30/08/2005.

MAGNO, M. D. Aimée Sélamor. Revista Item-4.

MERCURE, Philippe. Conquering the Infinitely Small: achievements and promises of the nanotechnology revolution. Horizon Zero, Issue 14: Dream, mar/apr 2004. Disponível em: <http://www.horizonzero.ca/textsite/dream.php?is=14&file=4&tlang=0>. Acesso em: 13/04/2004.

MOLDERINGS, Herbert. Relativism and a Historical Sense: Duchamp in Munich (and Basle). *Marcel Duchamp*. Basel: Museum Jean Tinguely Basel, Hatje Cantz Publishers, p.15-23, 2002.

MÜLLER, Florence. Arte e Moda. São Paulo: Cosac & Naify, 2000.

NATIONAL Geographic, janeiro de 2003, p.50-73.

NIEMEYER, Lucy. Design no Brasil: origens e instalação. Rio de Janeiro: 2AB, 2000.

ORTEGA Y GASSET, José. *A desumanização da arte*. Trad.: Ricardo Araújo. São Paulo: Cortez, 2001.

PARRY, Richard. Episteme and Techne. In: ZALTA, E. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, 2003.

Disponível em: <http://plato.stanford.edu/archives/sum2003/entries/episteme-techne/>.
Data da consulta em 14/01/2005.

PETERS, Michael. *Pós-Estruturalismo e Filosofia da Diferença*. Trad.: Tadeu Tomaz da Silva. Belo Horizonte: Autêntica, 2000.

PHILIP, Lincoln. Soft, Smart, and Well Connected: how designers in the world of fashionable technology are taking wearables from greek chic. Horizon Zero, Issue 16: Wear, jul/aug 2004.

Disponível em: <http://www.horizonzero.ca/textsite/wear.php?is=16&file=6&tlang=0>
Acesso em: 27/08/2004.

PICARD, Rosalind. *Affective Computing*. Massachusetts: MIT, 1998.

_____ ; HEALEY, Jennifer. Affective Wearables in Personal Technologies. Vol. 1: 231-240. Cambridge, MA: MIT, 1997. Disponível em: <http://affect.media.mit.edu/publications.php>. Acesso em: 20/06/2004

_____ ; SCHEIRER, Jocelyn. The Galvactivator: A Glove that Senses and Communicates Skin Conductivity. Apresentado na 9ª Conferência Internacional de Interação Humano-Computador, New Orleans, ago. 2001. TR 542. Disponível em: <http://affect.media.mit.edu/publications.php>. Consulta em: 09/08/2004.

POST, E. Rehmi et al. E-broidery: Design and fabrication of textile based computing. IBM Systems Journal, vol. 39, n. 384, p. 840-60, 2000. Disponível em: www.research.ibm.com/journal/sj/393/part3/post.html Acesso em: 04/04/2004.

_____ ; ORTH, Maggie. Smart Fabric or Washable Computing. Digest of Papers of the First IEEE International Symposium on Wearable Computers. Cambridge, Massachusetts: MIT, 1997.
Disponível em: <http://web.media.mit.edu/~rehmi/fabric/index.html> Acesso em: 04/04/2004.

READ, Herbert. *Icon and Idea: the function of art in the development of human consciousness*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1955.

REVISTA "ISTO É". "Além do palco: espetáculo multimídia é transformado em obra visual e de leitura". São Paulo: Três Editorial Ltda, 23.04.2003, n.1751, p.94.

SANTAELLA, Lucia. *Corpo e Comunicação: sintoma da cultura*. São Paulo: Paulus, 2004.

_____. *Culturas e Artes do Pós-humano: da cultura das mídias à cibercultura*. São Paulo: Paulus, 2003 a.

_____. A Arte do Silício. Disponível em:

http://www.itaucultural.org.br/index.cfm?cd_pagina=2014&cd_materia=458.

Acesso em: 24 de setembro de 2003b.

SCIENCE ET VIE JUNIOR, n.175, p. 28-33, abr. 2004.

SCIENTIFIC AMERICAN – BRASIL, ano 3, nº 28, set.2004.

SILVA, Cylon G. O que é nanotecnologia? In: Nanociência & Nanotecnologia, SBPC/Labjor, 2002. Disponível em: <http://www.comciencia.br>. Acesso em: 2005.

SOARES, Edvaldo. *Metodologia Científica: Lógica, epistemologia e normas*. São Paulo: Atlas, 2003.

SOGABE, Milton *et al.* Atrator Poético: interface entre Arte, Ciência e Tecnologia. In: MEDEIROS, M.B; AMADEU, F. (org.). Revista VIS, ano 4, n.4, setembro de 2005.

SZEEMANN, Harold. The Gallantry of Radicalism. *Marcel Duchamp*. Basel: Museum Jean Tinguely Basel, Hatje Cantz, p. 9-11, 2002.

VANTAGENS e riscos da nanotecnologia ao meio ambiente. Nanociência & Nanotecnologia. Brasil: SBPC/Labjor, 2002. Disponível em: <http://www.comciencia.br>. Acesso em: 03/03/2005.

VENTURELLI, Suzete. "Vozes" in: Catálogo da exposição Maior ou Igual a 4D: Arte Computacional Interativa, Centro Cultural Banco do Brasil, 2004.

WIENER, Nobert. *Cibernética e Sociedade: o uso humano de seres humanos*. Trad.: João Paulo Paes. São Paulo: Cultrix, 1954.

WILSON, Stephen. *Information Arts: Intersections of Art, Science, and Technology*. Cambridge, Massachusetts: MIT, 2003.

Web Sites

Affective Computing research program – MIT Lab

http://affect.media.mit.edu/AC_projects.html

Acesso em: 27/08/2005

Affective Jewelry

http://affect.media.mit.edu/AC_research/projects/affective_jewelry.html

Acesso em: 27/08/2005

AIBO

http://www.sonymstyle.com/is-bin/INTERSHOP.enfinity/eCS/Store/en/-/USD/SY_BrowseCatalog-Start?CategoryName=hid_pr_aibo

Acesso em: 09/10/2005.

Banff New Media Centre

banffcentre.ca/programs/bnmi_carbon_vs_silicon/

Acesso em: 29/03/2004

Basic Step

<http://www.tato.ind.br/products.htm>

Acesso em: 02/06/2005

BBC News / Science nature / Japanese develop 'female' android

<http://news.bbc.co.uk/go/pr/fr/-/1/hi/sci/tech/4714135.stm>

Consulta em:: 27/07/2005

British Council – Moda Lab

<http://www.culturelab-uk.com.br/templates/issue1/moda/roupasvivas.asp>

Acesso em: 03/04/2004

Carbon Versus Silicon - Banff Centre

http://www.banffcentre.ca/programs/bnmi_carbon_vs_silicon/

Acesso em: 03/04/2004

Com Ciência: Revista Eletrônica de Jornalismo Científico

<http://www.comciencia.br/>

Acesso em: 18/07/2005

Cyber Fashion 2005 – Siggraph

<http://www.psymbiote.org/cyfash/2005/>

Acesso em: 06/10/2005

Design in Site

<http://www.designinsite.dk/>

Acesso em: 21/03/2004

Eletronic Paper – Organic Lig

<http://komar.cs.stthomas.edu/qm425/01s/Tollefsrud2.htm>

Acesso em: jan 2005

Elory & Megan & acg

<http://acg.media.mit.edu/people/megan/elroy/moviepage.html>

Acesso em: 09/09/2005

Eric Drexler

<http://e-drexler.com/p/idx04/00/0404drexlerBioCV.html>

Acesso em: 03/04/2004

EyeTap Personal Imaging Lab

<http://eyetap.org/wearcomp/personaltechnologies/>

Acesso em: 15/09/2005

Farnell

http://www.farnell.com.br/u_Index.apw

Acesso em: 02/06/2005

Fashion Machines

<http://www.ifmachines.com/eplaid.html>

Acesso em: 07/08/2004.

Flor de LEDs muda de cor conforme astral do dono.

<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010150060307>.

Acesso em: 07/03/2006.

Foresight Institute's Nanomedecine Art Gallery

<http://www.foresight.org/Nanomedicine/Gallery/index.html#ExhList>

Acesso em: 03/04/2004

Frank Pietronigro

<http://www.zgac.org>,

<http://www.pietronigro.com>,

<http://www.fortune.com/fortune/thisjustin/0,15704,1096772,00.html> e

<http://www.kqed.org/spark/artists-orgs/spaceart.jsp>.

Acesso em: 30/03/2006.

Gavin Starks

<http://www.dgen.net/biog/gavinstarks.htm>.

Acesso em: 30/03/2006.

Grado Zero Espace

<http://www.gzespace.com/index.html>

Acesso em: 09/09/2005

História da borracha

http://www.mucambo.com.br/mapamucambo/historiaBorracha_Mucambo.asp

Acesso em: 21/06/2004

Honeywell Lumilux Luminescent Pigments

<http://www.honeywell.com/sites/sm/lumilux/>

Acesso em: 08/07/2005

Horizon Zero

<http://www.horizonzero.ca>

Agosto de 2002 a dezembro de 2004.

<http://www.unb.br/acs/bcopauta/ecologia1.htm>

Acesso em: 27/07/2004

Institut für Neue Materialien – Leibniz Gemeinschaft

http://www.inm-gmbh.de/htdocs/home/frame_en.htm

01/10/2005

Institute for Soldier Nanotechnologies

<http://web.mit.edu/isn/>

Acesso em: 03/06/2004

Interatividade in: Wikipédia: a enciclopédia livre

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Interatividade>

Acesso em: 30/03/2006

Interatividade in: Laboratório Interdisciplinar de Tecnologias Educaconais: FE –
Unicamp

<http://lite.fae.unicamp.br/sapiens/interatividade.htm>

Acesso em: 30/003/2006

International Centre of Excellence for Wearable Electronics and Smart Products

<http://www.icewes.net/willkommen.htm>

Acesso em: 03/03/2005

Itaú Cultural

www.itaucultural.org.br

Jennifer Healey - Introduction: Cybernetic Control of Wearable Computers

<http://vismod.media.mit.edu/tech-reports/TR-468/node2.html>

Acesso em: 04/04/2004

Língua Eletrônica - Embrapa

Disponível em:

http://www.cnpdia.embrapa.br./menuleft_desenv_produtos_lingua.html.

Acesso em: 10/10/2005

Luísa Paraguai Donati

<http://paginas.terra.com.br/arte/VESTIS/index.html>

Acesso em: 30/09/2005

Maria Blaise in Perth Institute of Contemporary Arts

<http://www.pica.org.au/art04/MariaBlaisse-04.html>

Acesso em: março de 2004

Maximilian Sterling

<http://acg.media.mit.edu/people/elise/>

Acesso em: 20/08/2004

Mirror fibers could create photonic fabrics

<http://web.mit.edu/newsoffice/2002/mirrorfabric.html>

Acesso em: 12/09/2004

MIT Media Lab / Physics & Media / Rehmi Post

<http://web.media.mit.edu/~rehmi/>

Acesso em: 04/04/2004

MIT Media Lab

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

Acesso em: 21/03/2004

MIT Media Lab: Nanoscale sensing

<http://www.media.mit.edu/nanoscale/>

Consulta em:13/04/2004

Nanocomposites photoluminiscent

<http://www.designinsite.dk/htmsider/m0892.htm>

Acesso em: 21/03/2004

Net composites

<http://www.netcomposites.com/news.asp?2052>

Acesso em: 12/09/2004

Papers and Publications on Affective Computing

http://affect.media.mit.edu/AC_readings.html

Acesso em: 27/08/2004

Projeto TECBOR / Lateq

<http://www.unb.br/iq/labpesq/lateq>

Acesso em: 23/03/2004

Rejane cantoni

<http://www.rejanecantoni.com/pro.htm>

Acesso em: 30/03/2006

Responsive Surfaces – Superfícies estimuláveis

<http://paginas.terra.com.br/arte/lvpa2002/ResponsiveSurface/>

Acesso em: 08/10/2004

SciArts

<http://www.sciarts.org.br/>

Acesso em: 04/04/2006.

Siggraph, Cyber Fashion Show

<http://www.psymbiote.org/>

Acesso em: 29/09/2005

Smart fibres protect their users – and their makers. In: Europa Research – Growth

<http://europa.eu.int/comm/research/growth/gcc/projects/smart-fibres.html>

12/09/2004

Smart Fibres Structural Monitoring using Fibe

<http://www.smartfibres.com/>

Acesso em: 12/09/2004

Smart Fibres, Fabrics and Clothing – Materials Education

<http://www.materials.ac.uk/resources/fullrecord.asp?resourceid=1489>

Acesso em: 12/09/2004

Smart Fibres, Fabrics and Clothing

<http://www.materials.ac.uk/resources/fullrecord.asp?resourceid=1489>

Acesso em: 12/09/2004

Styleborg: wearable computing, design, fashion and culture.

<http://www.styleborg.com/>

Acesso em: 29/09/2005

Tania Fraga

<http://www.lsi.usp.br/~tania/>,

<http://www.unb.br/vis/lvpa/> e

<http://planeta.terra.com.br/arte/lvpa2002/ResponsiveSurface/>.

Acesso em: 30/03/2006.

Tecnologia para Produção de Borracha e Artefatos na Amazônia

<http://www.unb.br/iq/labpesq/lateq/projetotecbor2.htm>

Acesso em: 23/03/2004

Tempoos

<http://www.designinsite.dk/htmsider/k0068.htm>

Acesso em: 21/03/2004

Textile Futures

<http://www.textilefutures.co.uk/index-main.htm>

Acesso em: 01/10/2005

The Arts Catalyst

<http://www.artscatalyst.org/>

Acesso em: 18/07/2005.

Universal robots: the history and workings of robotics

http://www.thetech.org/exhibits_events/online/robotics/universal/index.html

Acesso em: 21/03/2004

Victoria Vesna

<http://ucdarnet.org/gallery/vesna.php>

Acesso em: 10/08/2004.

Victoria Vesna

<http://vv.arts.ucla.edu/index.html>

Acesso em: 03/04/2004

Wear Me @ IEE Eurowearable '03:

<http://conferences.iee.org/eurowearable/wearme.htm>

Acesso em: 25/02/2005

Wearables

http://www.mobilegaze.com/art_links/wearables.html

Acesso em: 21/03/2004

XS: Extra Soft

<http://www.xslabs.net/>

Acesso em: 26/08/2004.

Zero @ Wavefunction: Nanodream and nightmares

<http://notime.arts.ucla.edu/zerowave/>

Acesso em: 03/04/2004

CD-Roms

Atrator Poético. SciArts e Edson Zampronha. 2005.

Horizon 0. The Banff New Media Institute, 2005.

Listen to the future. Audio magazine, special issue. Frahofer-Gesellschaft. 2.2005.

Victoria Vesna. Exposição Nanomandala, 2004. Acervo pessoal Tania Fraga.

Exposições

Maior ou igual a 4D: Arte Computacional Interativa. Centro Cultural do Banco do Brasil, Brasília: junho a agosto 2004.

Emoção Art.Ficial 2.0. Itaú Cultural, São Paulo, julho a setembro de 2004.

Cinético Digital. Itaú Cultural, São Paulo, julho 2005.

ANEXOS

Anexo 1

NATURAIS



Acima, a Folha Semi-Artefato durante o processo de secagem; abaixo, bolsa executada com o mesmo material, criação da designer Flavia Amadeu

FOLHA SEMI-ARTEFATO (FSA)

Material: borracha vulcanizada

Descrição: borracha natural resultante de pesquisa realizada pelo Laboratório de Tecnologia Química (LATEQ/ID), da Universidade de Brasília, coordenada pelo professor Flávio Pastore, a qual muda a forma de processamento do látex. O processo convencional, além de consumir muita água e energia, corta as ligações da borracha, diminuindo sua qualidade. Esse método não requer energia elétrica e consome pouca água. Além disso, o processo é desenvolvido do início ao fim pelo seringueiro, que assim não depende de usinas ou atravessadores. Disponível em folhas de 30 x 40 centímetros, com cerca de 3 milímetros de espessura. A produção varia, em média, entre 60 e 80 kg por mês, por produtor

Aplicações: mobiliário, objetos utilitários e decorativos, embalagens, luminárias

Fabricante: seringueiros do Acre, do Amazonas, do Pará e de Rondônia

Distribuidor: (61) 9970-1081 (Neotec)

Informações: http://www.unb.br/iq/labpesq/lateq/Informe_tecbor.htm



32
ARC DESIGN

Anexo 2

Os gráficos correspondem às anotações realizadas com o primeiro sistema. Vale lembrar que quanto maior a condutividade, menor a resistividade. No caso, o parâmetro quantificado foi a condutividade.

