

Implicações da inteligência ambiental para a o design de interação

Mauro Pinheiro

Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Design da PUC-Rio

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

mauropr@pobox.com

Resumo

O artigo apresenta um panorama do desenvolvimento de objetos e ambientes inteligentes, descrevendo suas características básicas e possíveis aplicações. Discute as implicações da implementação desses sistemas em nossas práticas cotidianas. Aponta questões gerais que podem orientar a discussão sobre o papel dos designers de interação como participantes dessa etapa da evolução das tecnologias computacionais.

Palavras-chave: Inteligência ambiental, ubiquidade computacional, design de interação

Introdução

Vivemos em uma época na qual os computadores estão cada vez mais presentes, intermediando inúmeras atividades do nosso dia-a-dia. A variedade de dispositivos computacionais que utilizamos atualmente é grande, assim como a diversidade de interfaces com as quais temos que interagir para operar estes sistemas. Independente dos diferentes graus de complexidade destas interfaces, podemos dizer que vivemos um momento de uso inconsciente da tecnologia (SPITZ, 2008), caracterizado tanto pela utilização freqüente de um número crescente de dispositivos computacionais, quanto pela sua sofisticação e discrição, o que muitas vezes nos permite utilizá-los sem sequer nos darmos conta. Mesmo em países como o Brasil, onde as desigualdades sócio-econômicas implicam limitações ao acesso de bens e serviços para grande parte da população, não é exagero dizer que a tecnologia computacional está presente na vida da maioria dos brasileiros (PINHEIRO e SPITZ, 2007). Um exemplo disto são os telefones celulares; mais do que aparelhos de telefonia móvel, muitos celulares em uso atualmente concentram diversas funções (agenda, calculadora, máquina fotográfica, câmera de vídeo etc.), sendo provavelmente o computador ao qual a maioria da população tem acesso¹.

A evolução da tecnologia computacional caminha para a pervasividade computacional, isto é, o contexto no qual as tecnologias de informação e comunicação combinam-se com objetos diversos (como celulares, *paggers*, *palmtops*, relógios, carros, espaços arquitetônicos) compondo novos dispositivos de mediação (PARAGUAI e TRAMONTANO, 2006). Objetos corriqueiros passam a conter dispositivos computacionais que possibilitam o envio e o recebimento de dados, permitindo monitorar o seu estado e localização, bem como conectá-los a outras redes de informação. Em alguns casos, os próprios objetos são capazes de analisar uma determinada situação e, a partir dos dados que recebem, tomar decisões sobre o que fazer, independente de qualquer intervenção humana. Esses objetos e ambientes são comumente chamados de “inteligentes”.

Esta nova etapa da computação traz questões importantes para o campo da interação humano-computador. Já não basta pensar em computação móvel, mas em ambientes de

conexão e interação constante, que nem sempre dependem da ação direta de um indivíduo para acontecer. Em tese estaríamos a caminho de um mundo no qual os computadores demandariam menor esforço cognitivo para sua utilização, cujo funcionamento ocorreria no pano de fundo da nossa vida cotidiana. Apesar da promessa de um mundo tecnologicamente mais amigável, há controvérsias sobre a confiabilidade em um sistema tão sofisticado, capaz de realizar transações das quais nem sempre estaríamos plenamente conscientes.

Neste artigo apresentamos uma caracterização dos objetos e ambientes inteligentes, destacando alguns projetos e possibilidades de aplicação destes sistemas, e ao final propomos algumas questões para reflexão.

Um mundo de objetos

Seja em nossas casas, no espaço urbano ou mesmo em lugares mais isolados, nossa ação sobre o mundo é em grande parte uma ação mediada por objetos. Utilizamos uma quantidade considerável de artefatos em nossa rotina diária, sem sequer nos darmos conta.

Em geral, grande parte desses objetos guarda uma dimensão utilitária que define sua função principal. Uma cadeira, por exemplo, nos serve basicamente como assento (embora outras funções possam ser atribuídas ao longo do tempo). Outras dimensões podem ser percebidas, como a dimensão simbólica. Mesmo um objeto aparentemente simples como uma cadeira possui diferentes soluções projetuais, que implicam escolhas de tamanho, forma, materiais. Essas escolhas por sua vez permitem interpretações distintas de um artefato tão corriqueiro. Mais do que um “assento”, uma cadeira é também objeto de decoração, de afirmação de *status* econômico, de identificação. Não é por acaso que objetos relativamente simples possuam infinitas alternativas distintas – de forma, preço, materiais etc.

O exemplo da cadeira pretende indicar que o uso e apropriações que fazemos dos objetos que nos cercam é que lhes confere sentido, e que a idéia de “função” de um objeto deve ser

entendida como um complexo que se estende de uma dimensão objetiva a uma dimensão subjetiva. Ao longo da história da humanidade, percebe-se uma variação da tensão entre uma dimensão objetiva, funcional, e outra dimensão subjetiva, simbólica, emocional, no que se refere aos objetos mais representativos de cada momento histórico.

Na sociedade **pré-industrial**, quando predominavam os trabalhos manuais, as ferramentas eram os objetos mais representativos. Embora o cotidiano nesse período estivesse repleto de objetos de culto, com forte valor simbólico, as ferramentas ocupavam grande parte da rotina diária dos indivíduos envolvidos em tarefas de trabalhos manuais. Nestes objetos havia o predomínio de uma dimensão utilitária, sendo pouco afeitos a variações formais que não visassem uma questão operacional, de facilitar a execução de uma tarefa.ⁱⁱ

Na sociedade **industrial** tivemos o predomínio das máquinas e a realização dos trabalhos seriados. Assim como as ferramentas, as máquinas possuíam uma dimensão utilitária, funcional e objetiva explícita.

Na sociedade **pós-industrial, de consumo** a tensão entre a dimensão objetiva e subjetiva muda radicalmente. A moda, o desejo, os hábitos de consumo dependem fundamentalmente da dimensão subjetiva. Os objetos passam a ter funções diversas – uma camisa serve de abrigo, protege contra o frio, assim como comunica, delimita um grupo social, informa.

No momento atual, vivemos na sociedade **da informação**, uma sociedade caracterizada pelo acesso a grandes quantidades de informação, pela conexão às redes que se estabelecem com frequência cada vez maior. Os objetos característicos desse tempo são precisamente aqueles que nos colocam nas malhas da rede: computadores, telefones celulares etc. Não só temos o aumento da tensão entre as dimensões objetiva e subjetiva, como a quantidade de funções que estes aparelhos concentram amplia-se cada vez mais. Bruce Sterling (2004) classifica essa classe de objetos como “Gizmos”:

Um Gizmo, ao contrário de uma máquina ou um produto, não é eficiente. Um Gizmo tem diversas funcionalidades bizarras, barrocas e mesmo loucas. Este aparelho Treo que estou carregando é um Gizmo clássico: é um telefone celular, um web browser, uma plataforma SMS, uma plataforma MMS , uma péssima câmera fotográfica, uma máquina de escrever abissal, mais um bloco de notas, um caderno de rascunhos, um calendário, um diário, um relógio, um aparelho de som, e um sistema com o seu próprio tutorial que ninguém lê. Além disso, eu posso conectar novos acessórios mais complicados ainda, se eu souber como. Não é uma máquina ou um produto, porque não é algo isolado, finalizado. É uma plataforma, um parque de diversões para outros desenvolvedores. (STERLING, 2004, tradução minha)

Se nas sociedades pré-industriais e industriais as ferramentas e máquinas tinham uma quantidade relativamente estável de funções objetivas, os objetos típicos da sociedade da informação oferecem inúmeras possibilidades de uso, além de uma reconfiguração constante dos próprios objetos, em espaços de tempo cada vez menores. Enquanto o uso de uma cadeira é relativamente simples, independente do modelo e do nível de familiaridade do indivíduo com o objeto, o mesmo não se pode dizer dos telefones celulares mais recentes, que concentram inúmeras funções além da comunicação telefônica em situação de mobilidade. São objetos cuja própria definição encontra-se em fluxo, em movimento, em evolução.

É importante destacar que independente da tensão entre as dimensões simbólica e objetiva dos objetos que descrevemos até o momento, de maneira geral podemos dizer que sua utilização depende basicamente de nossa interação direta com eles. Com exceção das máquinas da sociedade industrial, que em geral trabalham com pouca intervenção humana, é na relação dos sujeitos com os objetos que estes desempenham uma função e ganham sentido. No entanto, a evolução das tecnologias computacionais aponta para uma nova classe de objetos, que podem vir a mudar o paradigma vigente até o momento.

Objetos inteligentes e inteligência ambiental

Desde a década de 80, no campo da ciência da computação, fala-se em ubiquidade computacional, um conceito criado por Mark Weiser, pesquisador do *Xerox Palo Alto*

Research Center (Xerox-Parc). Weiser vislumbrava um futuro no qual tecnologias computacionais fariam parte do “tecido da vida cotidiana”, ressaltando que as tecnologias mais avançadas seriam aquelas que desaparecessem no pano de fundo do nosso entorno (WEISER, 1991). Na visão de Weiser, a presença da tecnologia computacional poderia ser comparada no futuro com a presença da escrita (considerada uma “tecnologia de informação”) e da eletricidade no cotidiano dos grandes centros urbanos. Ambos seriam exemplos de ubiquidade, de presença constante em diversas instâncias da vida contemporânea, tecnologias que “desaparecem” no ambiente, sendo mais percebidas quando estão ausentes da cena do que pela sua presença constante.

Atualmente a ubiquidade computacional é um campo de pesquisa específico dentro da ciência da computação, e os avanços recentes da tecnologia tornam cada vez mais próximo o momento em que a visão de Weiser se concretizará. A redução dos componentes computacionais parece seguir o princípio da lei de Moore (1965), tornando os dispositivos digitais cada vez menores e com maior capacidade de processamento, podendo ser aplicados a diferentes objetos. O desenvolvimento da nanotecnologia também promete ampliar os horizontes para a criação de materiais e objetos capazes de captar informações do ambiente, assim como exibir dados em superfícies flexíveis. O aprimoramento das tecnologias de transmissão de dados em redes sem fio, os sistemas de rastreamento por satélite, a utilização de etiquetas de identificação por rádio-freqüência (*RFID tags*) e a implementação do protocolo IPv6ⁱⁱⁱ, abrem perspectivas para a identificação e localização de objetos nunca vistas anteriormente. Num futuro não muito distante, qualquer objeto poderá ter uma identidade digital única, sendo possível rastreá-lo e localizá-lo, eventualmente obtendo dados de seu estado e do seu entorno a partir da comunicação remota com este objeto^{iv}. Além disso, as pesquisas sobre *web* semântica prometem facilitar a utilização de sistemas de informação, que passariam a operar de maneira mais independente e inteligente, realizando associações e inferências baseadas em meta-informações. Pode-se dizer que a infra-estrutura básica para a concretização do cenário de ubiquidade computacional nunca esteve tão próxima da ideal.

É neste contexto que surgem os “objetos inteligentes” (*smart objects*). Objetos diversos como roupas, livros, canetas, carros, mobiliário, dotados de sistemas computacionais discretos que tornam possível a comunicação entre estes objetos sem a necessidade de intervenção direta do homem. Já não se trata mais da tensão entre uma dimensão simbólica, subjetiva e uma dimensão objetiva, funcional mas da própria definição do objeto enquanto uma entidade autônoma, viva, capaz de reagir à estímulos externos independente de nossa interação direta.

Em alguns casos, pode-se mesmo falar em objetos que evoluem ao longo do tempo – como no caso de televisores mais recentes que permitem que o *software* interno que controla seu funcionamento possa sofrer atualizações via Internet, sem necessidade de intervenção humana.

Dentre as características dos objetos inteligentes, destacam-se:

- Capacidade de armazenamento e transmissão de informações sobre si próprios, sobre sua posição e localização;
- Monitoramento constante de seu estado (como por exemplo, componentes que captam variação da temperatura interna);
- São sensíveis ao contexto, “percebem” e “entendem” mudanças no ambiente;
- Capacidade de interação/comunicação com outros dispositivos;
- Capacidade de analisar uma determinada situação a partir dos dados recebidos, e de tomar decisões a partir dessa análise;
- Seguem rotinas pré-estabelecidas, sem necessitar da ação direta do homem.

Em um ambiente no qual objetos inteligentes trocam informações e interagem entre si e com o homem, temos a chamada “inteligência ambiental” (*ambient intelligence*). A idéia principal é aumentar nossa capacidade de ação através da interseção do mundo físico com o mundo digital, apresentando informações relevantes para o contexto vivenciado, a partir da interação com objetos diversos em um ambiente permeado por sistemas inteligentes.

Há ainda um campo específico de atuação que trata da apresentação de informações de maneira integrada ao ambiente, tornando o nosso entorno um sistema de informações amigável, de fácil percepção e que demande pouco esforço cognitivo para sua apreensão.

Essa combinação de objetos inteligentes com o design de informação chama-se *ambient information systems*. Atualmente existem projetos diversos nesse campo, que vão desde copos que mudam de textura em função da temperatura dos líquidos que contém, prevenindo eventuais queimaduras^v, fontes de água que mudam a intensidade de vazão de acordo com as variações do mercado financeiro, propiciando uma visão rápida e intuitiva da complexa movimentação da bolsa de valores^{vi}, e guarda-chuvas que recebem informações do serviço meteorológico e “avisam” quando há probabilidade de chuva ou neve emitindo sinais luminosos de seu cabo^{vii}.

O ponto comum entre essas variantes é que cada vez mais os sistemas computacionais, integrados aos objetos ou ao ambiente, teriam capacidade de agir por conta própria de maneira a nos deixar mais “livres”. Espera-se que venhamos a habitar um mundo integrado ao universo digital de maneira fluida, sem necessitar nossa concentração ou exigir atenção demasiada para que estas interações aconteçam. Boa parte dessa visão de mundo tem origem nos princípios da “tecnologia sem estresse” (*calm technology*), uma proposta de desenvolvimento tecnológico que supostamente demandaria menor esforço cognitivo para sua utilização, colocando a tecnologia computacional no pano de fundo de nosso cotidiano (WEISER e BROWN, 1996).

Implicações para o design de interação

Já discutimos anteriormente como os limites do mundo digital e o mundo físico tendem a ficar cada vez menos precisos, de tal forma que nossa atuação não ficará restrita às telas dos computadores (PINHEIRO, 2007). A arquitetura de informação e o design de interação devem se voltar para o projeto de ambientes e da experiência de uso dos objetos inteligentes, em contextos que se afastam cada vez mais do paradigma vigente de uso de computadores em escritórios ou no ambiente doméstico. Como profissionais preocupados

em tornar a experiência de uso de sistemas de informação a mais simples possível, facilitando a organização, o armazenamento e a recuperação das informações do universo digital, é fundamental que tenhamos em mente as questões subjacentes ao uso de objetos inteligentes.

É importante lembrar que em última instância nossa profissão busca o aumento da qualidade de vida das pessoas e, nesse sentido, a preocupação com o bem-estar dos indivíduos deve estar no centro da discussão sobre objetos e ambientes inteligentes. Há muita controvérsia sobre as implicações éticas, sociais e econômicas do uso desses sistemas (BOHN *et al*, 2005; GREENFIELD, 2004; HOWARD, KJELDSKOV e SKOV, 2007). Tendo isto em mente, elencamos aqui questões básicas que deveriam orientar o trabalho dos profissionais que projetassem a experiência do usuário em ambientes de ubiquidade computacional:

Privacidade: em um ambiente inteligente, poderemos ser constantemente “rastreados”, sendo possível que informações sobre nossa vida sejam armazenadas à nossa revelia. Essas informações podem se referir aos lugares por onde andamos, aos produtos que consumimos, às pessoas com quem mantemos relações através dos dispositivos digitais, ou a dados biométricos sobre nosso corpo^{viii}. Parece evidente a necessidade de discussão acerca do direito à privacidade. No entanto o discurso vigente normalmente trata essa questão como um “mal necessário”, advogando os benefícios que um sistema de tal natureza traria. As possibilidades de rastreamento e vigilância constante ocorrendo de maneira discreta e eventualmente completamente ignorada pelas pessoas, têm feito com que muitos associem esse cenário à visão de Foucault sobre o Panóptico de Jeremy Bentham. De qualquer forma, devemos ter garantido o direito de permanecermos “invisíveis” ao sistema, o direito de escolher que informações queremos tornar disponíveis, e o direito de permitir ou não o armazenamento dessas informações para usos futuros.

Controle: em um mundo no qual estarmos cercados de objetos inteligentes, trocando informações entre si e atuando de maneira semi-independente, é difícil saber até que ponto estaremos no controle e até que ponto estaremos a mercê destes sistemas. É fundamental,

portanto, que os sistemas permitam nossa intervenção. Um exemplo para ilustrar esta situação: é possível que num futuro próximo os carros tenham sistemas inteligentes que percebam o entorno, identificando se em determinado lugar é permitido estacionar – uma simples etiqueta de rádio frequência no local poderia passar essa informação para o carro.

Em locais onde o estacionamento não fosse permitido, o sistema poderia simplesmente se “negar” a desligar o carro, forçando o motorista a buscar outro lugar para estacionar. No entanto, o sistema deve permitir que essas regras sejam “quebradas”, uma vez que em uma situação de emergência na qual um passageiro estivesse necessitando de algum atendimento médico, poderia ser necessário parar o carro imediatamente, independente de estar em um local impróprio para estacionar. Assim, é fundamental que possamos ter o controle do sistema, mesmo que este atue de maneira discreta e sem nossa manipulação direta.

Transparência: um dos princípios defendidos por Weiser e Brown (1996) em seu trabalho seminal sobre *calm technology*, era a possibilidade de deslocamento das informações advindas dos sistemas computacionais entre o centro e a periferia de nossa atenção. A tecnologia deveria atuar na periferia, de maneira discreta e demandando pouco esforço cognitivo, mas ainda assim, perceptível. A consciência de que os sistemas estariam atuando é um ponto claro na proposta original de Weiser e Brown. No entanto, parte das propostas relativas à inteligência ambiental não parecem se preocupar com esta prerrogativa, colocando os sistemas em operação de maneira quase invisível, tomando decisões por conta própria para que tenhamos nossa atenção voltada para fora. Embora a motivação seja nobre, buscando aprimorar nossa interação com o mundo digital sem nos sobrecarregar com informações, é importante que tenhamos consciência das operações que venham a ocorrer. Por outro lado, mesmo que tenhamos acesso e consciência das informações e operações em andamento, é difícil dizer qual será nossa real capacidade de tomar decisões a respeito, de “processá-las” em meio ao caos de nossas atividades cotidianas.

Paradoxalmente, embora muito provavelmente não tenhamos condições de administrar o fluxo de dados em um mundo repleto de objetos inteligentes, devemos ter acesso transparente a essas informações e poder de decisão sobre elas.

Gerenciamento de complexidade: se diversos dispositivos estiverem interagindo simultaneamente em um ambiente dinâmico, como garantir uma hierarquia clara de instruções? Será possível administrar a complexidade de tais transações? De que maneira a arquitetura de informação e o design de interação podem contribuir nessa questão?

Dependência e prevenção a erros: computadores estão sujeitos a erros e falhas – por problemas de *hardware*, por dificuldades de acesso às redes de informação, por erros de programação etc. Quem já teve a experiência frustrada de não poder realizar operações bancárias simples como retirar um extrato ou sacar uma quantia qualquer em uma agência pelo fato do sistema estar fora do ar, sabe como ficamos dependentes das tecnologias computacionais, e como a falta de mecanismos de prevenção a erros pode ser um problema grave. É de se esperar que em um ambiente repleto de dispositivos dotados de sistemas computacionais, venham a ocorrer erros em algum momento. Assim, é fundamental que tenhamos opções para operar “fora” do sistema em caso de pane, de maneira a não ficarmos totalmente dependentes.

Direito de acesso: a manutenção de um sistema de informações tão complexo terá um custo. Como garantir que todos tenham as mesmas oportunidades de acesso aos objetos e informações desse sistema? Ambientes inteligentes irão beneficiar da mesma forma pessoas que estejam menos capacitadas a operar sistemas computacionais, ou que não tenham acesso a parte dessa tecnologia?

Dessincronização sócio-tecnológica: a tecnologia computacional avança a uma velocidade que não tem sido acompanhada em igual medida no que se refere às práticas sociais, econômicas e culturais. Assim, é importante questionarmos qual o impacto que os ambientes inteligentes terão em nossas vidas, que mudanças promoverão na maneira como nos relacionamos, e buscar critérios que permitam fazer esse tipo de avaliação. Caso

contrário, seremos mais uma vez forçados a nos adequar a tecnologias que desconsideram os fatores culturais durante seu desenvolvimento.

Impacto ambiental e saúde: se cada objeto passar a ter componentes eletrônicos e dispositivos de comunicação, provavelmente teremos maior dificuldade em descartar esses produtos, tornando o reaproveitamento e a reciclagem de materiais mais complexa. A dita sociedade da informação aumentou consideravelmente o consumo de energia e materiais para a produção de seu aparato tecnológico (WILLIAMS, AYRES e HELLER, 2002), o que, somado ao estímulo à substituição de tecnologias a períodos cada vez mais curtos, pode significar o acirramento do desequilíbrio ambiental de forma assustadora^{ix}. O projeto de objetos inteligentes deve levar essa questão em consideração. Além disso, não há até o momento consenso algum sobre os efeitos no organismo humano por uma exposição prolongada a dispositivos eletromagnéticos. Considerando que em ambientes inteligentes repletos de sistemas de comunicação remota estaremos expostos a campos eletromagnéticos de forma mais intensa, é lícito que tenhamos informações sobre os riscos à nossa saúde.

Considerações finais

A promessa de um futuro melhor tem sido a quimera por trás do desenvolvimento tecnológico. Apesar de nossa simpatia ou antipatia, com ou sem nosso consentimento, as tecnologias computacionais têm se espalhado em nosso cotidiano de forma cada vez mais intensa. A possibilidade de existência de ambientes repletos de sistemas computacionais operando de forma independente é vista por muitos como um benefício para nossas vidas, cada vez mais permeadas por sistemas de informação, por pontos de conexão e relacionamentos em rede. Que posicionamento devemos ter, como os profissionais de arquitetura de informação e de design de interação, frente a essa realidade? De que forma podemos moldar um futuro em que a tecnologia torne-se efetivamente tão intuitiva a ponto de nos liberar de nossos terminais de computador para realizarmos atividades mais prazerosas, seguras e que nos coloquem em contato mais próximo uns dos outros?

Neste artigo não tivemos a pretensão de responder essas perguntas. Na verdade, iniciamos uma discussão que, esperamos, seja aprofundada em breve. Até o momento este debate tem ocorrido principalmente no campo da ciência da computação, cujo foco nem sempre privilegia as características dos sujeitos envolvidos. É da natureza do design de interação posicionar o ser humano no centro da discussão, sendo portanto fundamental que participemos do processo de desenvolvimento das tecnologias computacionais que irão constituir os ambientes inteligentes, projetando uma experiência de uso segura, agradável e que de fato traga benefícios para a sociedade.

Referências

- BOHN, Jürgen *et al.* Social, Economic, and Ethical Implications of Ambient Intelligence and Ubiquitous Computing. In: WEBER, W.; RABAEY, J.M.; AARTS, E. **Ambient Intelligence**. Berlim: Springer, 2005. p.5-29. Disponível em: <http://www.vs.inf.ethz.ch/res/papers/socialambient.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2008.
- GREENFIELD, Adam. All watched over by machines of loving grace: Some ethical guidelines for user experience in ubiquitous-computing settings. **Boxes and Arrows** (revista eletrônica), 1 dez. 2004. Disponível em: http://www.boxesandarrows.com/view/all_watched_over_by_machines_of_loving_grace_some_ethical_guidelines_for_user_experience_in_ubiquitous_computing_settings_1_. Acesso em: 20 mar. 2008.
- HOWARD, Steve; KJEDSKOV, Jesper; SKOV, Mikael B. Pervasive computing in the domestic space. **Personal and Ubiquitous Computing** (special issue), Londres, v.11, n.5, p.329-333, jun. 2007.
- MOORE, Gordon E. Cramming more components onto integrated circuits. **Electronics Magazine**, v.38, n.8, 19 de abril, 1965. Disponível em: ftp://download.intel.com/museum/Moores_Law/Articles-Press_Releases/Gordon_Moore_1965_Article.pdf. Acesso em: 22 jul. 2008.
- PARAGUAI, Luiza; TRAMONTANO, Marcelo. "Pervasive computing": mobilidade e interação. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 7., 2006, Curitiba. **Anais...** CD-ROM. Curitiba, 2006.
- PINHEIRO, Mauro. Do design de interface ao design da experiência. **Revista Design em Foco**, v.IV n.2, jul/dez 2007. Salvador: EDUNEB, 2007, p.9-23.
- PINHEIRO, Mauro; SPITZ, Rejane. O design de interação em ambientes de ubiqüidade computacional. In: Congresso Internacional de Design da Informação, 3., 2007, Curitiba; **Anais...** CD-ROM. Curitiba, 2007.
- SPITZ, Rejane. **O uso inconsciente da tecnologia no cotidiano**. Trabalho inédito.
- STERLING, Bruce. **When bobjects rule the Earth**. Palestra proferida na SIGGRAPH, Los Angeles, agosto de 2004. Disponível em: <http://www.boingboing.net/images/bobjects.htm>. Acesso em: 14 set. 2006.

STERLING, Bruce. Palestra proferida no **LIFT Conference 2006**, 2006. Disponível em: <http://video.google.com/videoplay?docid=-8575858411965484751&q=label%3Alift06&hl=en>.

Acesso em: 16 set. 2006.

STERLING, Bruce. Palestra proferida no **O'reilly Emerging Technology Conference, 2006**.

Disponível em: <http://www.itconversations.com/shows/detail717.html>. Acesso em: 16 set. 2006.

WEISER Mark. The computer of the 21st century. **Scientific American**, 265 (3), p.66-75, jan. 1991.

WEISER, Mark; BROWN, John Seely. **The coming age of Calm Technology**. S.I., 1996.

Disponível em: <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/acmfuture2endnote.htm>. Acesso em: 16 set. 2006.

WILLIAMS, Eric; AYRES, Robert U.; HELLER, Miriam. The 17kg microchip: energy and material use in the production of semiconductor devices. **Environmental Science and Technology**, v.36, n. 24, p.5504-5510, 15 dez 2002.

Notas

ⁱ Na última Contagem da População, realizada pelo IBGE em 2007, a população brasileira era estimada em 183.987.291 habitantes (<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/>). A Anatel estima que em 2008 haja 130.558.360 linhas de telefone celular em uso no Brasil (<http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalInternet.do#>). Se considerarmos que cada pessoa tenha apenas uma linha telefônica, e que cada linha seja utilizada por uma pessoa somente, podemos estimar que 70,96% da população brasileira possui uma linha de telefone celular.

ⁱⁱ É importante perceber que o predomínio da dimensão utilitária em um objeto não exclui uma dimensão simbólica, apenas denota uma tendência maior para aspectos funcionais e operacionais em detrimento de aspectos subjetivos e emocionais. Seria perfeitamente possível que uma ferramenta adquirisse uma função distinta daquela para a qual foi originalmente projetada, tendendo a uma dimensão simbólica. A descrição que fazemos aqui é esquemática, indicando uma tendência geral da evolução dos objetos ao longo do tempo, sem no entanto excluir a possibilidade de variações nessa tensão entre a dimensão objetiva e subjetiva a que nos referimos anteriormente.

ⁱⁱⁱ O protocolo IPV6 é o novo protocolo de endereços para Internet, e permite que sejam criados 6.5×10^{23} endereços para cada metro quadrado da superfície do planeta. Isso torna possível, em teoria, que cada objeto existente na Terra tenha um endereço próprio, e portanto, uma identidade única que o tornaria passível de indexação e localização.

^{iv} É difícil estabelecer uma previsão sobre quando este cenário se concretizará, uma vez que isto não se resume a uma questão tecnológica, dependendo também de condições econômicas, de interesses da indústria e do comércio. No que diz respeito à tecnologia especificamente, é de se esperar que nos próximos 10 anos esse cenário seja efetivamente viável.

^v Dynamic Textures: <http://www.dynamictextures.com/Thesis/Welcome.html>

^{vi} Data Fountain: <http://www.koert.com/work/datafountain>

^{vii} Ambient Umbrella: <http://www.ambientdevices.com/products/umbrella.html>

^{viii} Uma das aplicações dos objetos inteligentes são os sistemas de monitoramento do estado de saúde, especialmente de pessoas idosas. A partir de sensores biométricos, seria possível identificar situações de risco em tempo real e tomar ações no sentido de preservar a vida das pessoas, entrando em contato com serviços de emergência hospitalar ao mesmo tempo em que enviam dados sobre o estado de saúde do paciente monitorado, agilizando o seu atendimento.

^{ix} O consumo de materiais e energia envolvido na produção das tecnologias computacionais é pouco conhecido, mas seus números são impressionantes. A produção de um microchip com 32 Megabytes de memória consome 1,7Kg de material, cerca de 630 vezes do peso final do produto. A energia gasta na fabricação deste componente, assim como o consumo de energia ao longo de sua vida útil, equivale ao consumo de 800 vezes o seu peso em combustível fóssil. Além disso, a quantidade de produtos químicos de alta toxicidade utilizados na produção dos componentes computacionais é da ordem de milhares. (WILLIAMS, AYRES e HELLER, 2002).