

2 Realidade Aumentada: entendendo o conceito

Neste capítulo, são apresentadas algumas das primeiras manifestações no cinema que indicam o desejo de se experimentar uma realidade acrescida de informações digitais, muito embora, décadas antes, já se desenvolvessem as primeiras pesquisas científicas para viabilizar tal anseio. Com isso, introduz-se o tema da Realidade Aumentada (RA) através das motivações para o seu desenvolvimento e de seus primeiros experimentos.

Em seguida, algumas definições de RA são traçadas e contrapostas — as de Milgram (1992, 1994), Azuma (1997, 2001) e Feiner (2002) — a fim de se analisar de que modo se desenrolou a construção do termo ao longo do tempo, estabelecendo o seu entendimento e sua utilização ao longo da dissertação.

Para não nos atermos apenas a definições pré-estabelecidas, trazemos para a discussão a dialética filosófica do Real e do Virtual, tomando como ponto de partida o referencial filosófico de Platão. Trata-se tão somente de um ponto de partida para fundamentar a discussão ao redor do conceito de Realidade Aumentada.

Ainda com a finalidade de delinear e delimitar o emprego dos termos e conceitos que serão utilizados ao longo desta dissertação, a ideia de Realidade Virtual é contraposta à de Realidade Aumentada — com base no Contínuo de Milgram (1994) — sendo enfatizadas as suas singularidades. Em seguida, é traçado um paralelo da relação Computação Ubíqua e Realidade Virtual (WEISER, 1991), ponderando se a RA poderia ser considerada uma ferramenta que possibilita o acesso à informação de maneira ubíqua (FILIPPO, 2007).

Ao final, considerando-se o recorte da temática em sistemas de Realidade Aumentada em celulares, são apresentadas as possibilidades sensoriais e técnicas, assim como suas limitações. Com isso, delimitam-se as possibilidades aplicadas a celulares, bem como a técnica utilizada para a viabilização da RA que será abordada ao longo desta dissertação.

2.1 Origens

No filme “O Exterminador do Futuro”, de 1984, o personagem principal, um androide com aparência humana, possui uma visão que é capaz de sobrepor dados gerados por computador a imagens visualizadas em tempo real, de modo que estes dados coexistam. A Figura 2-1 a seguir, retirada de uma cena do filme, demonstra essa sobreposição de imagens, na qual se pode observar que, na busca por uma moto do tipo *Harley-Davidson*, sua visão rastreia o ambiente identificando a motocicleta através de meios gráficos. É através dessa junção de dados virtuais e de suas interseções com o ambiente físico que novas informações são geradas a fim de auxiliar o androide.



Figura 2-1 - Exemplo da visão do androide de "O Exterminador do Futuro".

Figura 2-2 – Jogo de xadrez HoloChess.⁹

A sobreposição de dados virtuais no ambiente também foi imaginada para o entretenimento, como no jogo de xadrez HoloChess, exibido pela primeira vez em 1977, no filme “Guerra nas Estrelas: Uma nova esperança”. Neste jogo, bastante semelhante ao xadrez comum, representações tridimensionais projetadas substituem as peças físicas (Figura 2-2 **Error! Reference source not found.**) .

É possível observar que o desejo de mesclar o ambiente físico com dados virtuais não é algo recente, dado que o cinema já representava o que ainda não era possível tecnologicamente, mas já fazia parte do imaginário coletivo. No entanto, na comunidade científica, essa aspiração é anterior, tendo sido identificada pela primeira vez em um dispositivo desenvolvido por Ivan Sutherland, em 1968. O sistema por ele criado detectava a posição do observador de modo a estabilizar dados virtuais na cena do usuário (CAUDELL & MIZELL, 1992).

⁹ Imagem capturada em: <http://files.adrian.tk/uploaded_images/StarWarsHoloChess-749697.jpg > Acesso em: 5. Nov. 2010.

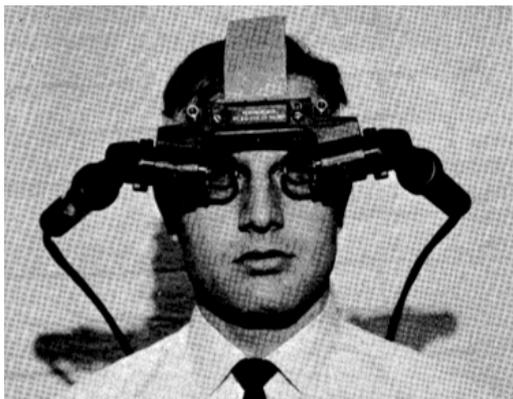


Figura 2-3 - *Display* de cabeça (SUTHERLAND, 1968).

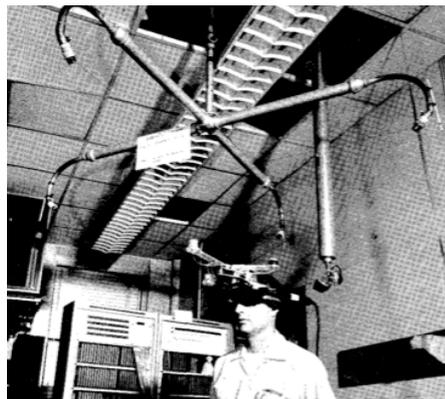


Figura 2-4 – Visão geral do sistema necessário para o funcionamento do *display*.

Ao se observar as imagens do sistema necessário para que tal dispositivo funcionasse (Figuras 2-3 e 2-4), é possível perceber, em função da tecnologia da época, a complexidade e as dimensões do conjunto. Contudo, com o passar do tempo, o preço e o tamanho das tecnologias passam a decrescer, como descrito na Lei de Moore (DOURISH, 2001), ao passo que a capacidade de processamento aumenta. Esse conjunto de fatores possibilita que as pesquisas comecem a ganhar corpo e deixem de ser apenas um desejo.

Além da evolução tecnológica, a realização de diversas conferências e o surgimento de consórcios formados por empresas e departamentos de pesquisa, como o *Arvika*, na Alemanha, e o *Mixed Reality Systems Lab*, no Japão, no final dos anos 90, ajudaram a firmar a área como campo de pesquisa (AZUMA et al, 2001). Passados trinta anos dos primeiros experimentos de Sutherland, na década de 90, despontou o primeiro conjunto representativo de pesquisas na área, com o surgimento de um grande volume e diversidade de trabalhos (AZUMA, 1997) que, reunidos, passaram a justificar o delineamento de um novo campo de pesquisa (idem, 2001).

A partir de então, passou-se a denominar “Realidade Aumentada” (RA), a descrição da classe de aparatos (*displays*) que consistem em um ambiente real com melhoramentos gráficos (DRASCIC & MILGRAM, 1996, tradução nossa), que tem por objetivo aprimorar a “percepção do usuário e sua interação com o mundo real, com a exibição de dados virtuais que não podem ser detectados diretamente com seus próprios sentidos” (AZUMA, 1997, tradução nossa). O conceito é definido, ainda, como uma forma de Realidade Virtual (RV) na qual participantes utilizam um *display* transparente, montado na cabeça, permitindo uma visão clara do mundo real (MILGRAM et al, 1994a, tradução nossa), que é

“aumentada com *feedbacks* naturais do operador através de dicas simuladas” (DAS, 1994, apud idem, 1994a, tradução nossa).

Não cabe aqui discutir quem teria sido o pioneiro a cunhar o termo, mas dentre as primeiras definições, pode-se observar que, apesar de seu teor abstrato, há um conceito comum: o de um ambiente físico que, acrescido de elementos, é "melhor" percebido (DRASCIC & MILGRAM, 1996) ou "aumentado" (MILGRAM et al, 1994a).

Uma compreensão abrangente do termo é estabelecida por Milgram (1994a), ao estipular a necessidade de um display específico, montado na cabeça,¹⁰ para a viabilização da Realidade Aumentada. Tal formulação é posteriormente expandida por Drascic & Milgram (1996), ao substituírem o caráter exclusivo dos displays por uma classe desses mesmos aparatos.

Atualmente, há inúmeras formas de se misturar elementos virtuais e reais, incluindo-se todos os sentidos humanos (TORI, 2009). Por esta razão, Steven Feiner (2002) complementa tais definições, ao afirmar que a “Realidade Aumentada refere-se a aparatos computacionais que adicionam informações virtuais à percepção sensória do usuário”, reiterando o que Azuma et al. (2001) já haviam identificado na motivação inicial das pesquisas em RA.

Ou seja, apesar de as primeiras explicações estipularem a necessidade de um canal específico ou de um pequeno grupo de aparelhos, conforme a tecnologia foi evoluindo, novos sistemas se tornaram capazes de propiciar Realidade Aumentada. Tendo em vista tamanha complexidade de combinações de tecnologias e de possibilidades sensoriais que foram surgindo, o termo passou a carecer de definições mais completas.

Em contrapartida, com as novas possibilidades de aplicação da Realidade Aumentada abertas pela tecnologia, tornou-se cada vez mais impreciso delimitar o que é e o que não é RA, com definições tão abrangentes como as utilizadas até então. Surge a necessidade, portanto, de uma explicação mais precisa do termo.

Azuma et al. (2001), em um último artigo de inspeção de pesquisas em Realidade Aumentada, reúnem alguns aspectos que vão além da motivação inicial de se aumentar a percepção e a interação do usuário com o mundo, ao se referirem à RA como "toda a tecnologia que permite a combinação de dados reais e virtuais no mundo real, operando interativamente, em tempo real, e de

¹⁰ Tradução de *Head Mounted Display* (HMD) que, em inglês, delimita um tipo específico de aparato.

maneira que esses dados fiquem em registro (alinhados)” (AZUMA et al, 2001, tradução nossa).

Percebe-se que a definição do termo evoluiu, juntamente com a tecnologia que viabiliza a Realidade Aumentada. Atualmente, a definição de Azuma et al. (2001), apesar de já ter uma década, é a mais amplamente aceita e reproduzida no meio acadêmico e científico. Isto se deve provavelmente ao fato de ser ela uma das mais completas, englobando as capacidades tecnológicas atuais.

2.2

Virtual + real = realidade aumentada?

Com o crescimento das pesquisas na área, a evolução tecnológica, a facilidade de elaboração de sistemas de Realidade Aumentada e o surgimento de kits de construção no estilo “faça você mesmo”, como o ARtoolKit,¹¹ a RA logo pôde ser veiculada comercialmente, passando da ficção científica e dos centros de pesquisa e com o intuito de chegar ao cotidiano das pessoas.

Com o começo da exploração comercial da Realidade Aumentada, no início dos anos 2000, ela passou a ser vivenciada por muitos usuários em peças publicitárias e em transmissões de vídeo ao vivo, como por exemplo, naquelas situações em que a propaganda é inserida em uma cena (Figuras 2-5 e 2-6). Assim, disseminação e a popularização de diferentes sistemas de RA fizeram com que se retomassem discussões a respeito do uso do termo.



Figura 2-5 - Exemplo de exibição de marcas em uma cena de vídeo de transmissão "ao vivo", nos EUA.



Figura 2-6 - Exemplo utilizado no Brasil, em transmissões de futebol.

¹¹ ARToolKit – Augmented Reality Toolkit. Disponível em: <www.hitl.washington.edu/artoolkit>

Apesar do emprego do termo Realidade Aumentada já apresentar um histórico de discussões para a construção de uma definição comum, como apontado na seção anterior, com o interesse de novos campos do saber pela tecnologia, novos questionamentos têm sido levantados em relação à sua abrangência e caracterização.

Por entender que aproximações diferentes de um mesmo objeto levam ao enriquecimento e à construção do saber, serão abordadas nesta dissertação algumas discussões que vão além daquelas levantadas inicialmente, relativas às definições de Realidade Aumentada.

Todavia, antes de tudo, cabe embasar a discussão, ao se tratar da dialética do real/virtual do ponto de vista filosófico. Sem pretender realizar uma revisão prolongada de todos os campos que já abordaram tais conceitos, visto que a questão do virtual é prolixa e rica em definições (DENTIN, 2008 apud PARENTE, 2008), o objetivo desta elaboração será o de melhor estruturar o debate.

2.2.1 Real e virtual como ponto de partida

Do ponto de vista filosófico, considera-se virtual aquilo que existe apenas em potência e não em ato (LÉVY, 1999). Ou seja, aquilo que tem o potencial de se concretizar, assim como uma semente tem o potencial de se transformar em árvore, mas ainda não o é, em sua atualidade. O virtual é, neste sentido, oposto ao que é atual.

Além disso, entende-se por virtual "toda entidade 'desterritorializada', capaz de gerar diversas manifestações concretas em diferentes momentos e locais determinados, sem contudo estar ela mesma presa a um lugar ou tempo em particular" (idem, 1999, p.47).

Um exemplo desta desterritorialização são os números e as ideias. Estes últimos, assim como os bits e bytes estão desterritorializados, esperando tão somente por uma atualização através de algum meio de exibição. Tais códigos atualizam-se em algum lugar, agora ou mais tarde, em textos legíveis ou imagens visíveis sobre tela ou papel (idem, 1999). Apesar disso, ninguém duvida de sua existência, de serem, de fato, reais tanto quanto uma cadeira.

Entende-se, portanto, que o virtual também é real, mas não necessita de um espaço físico para existir. Conclui-se, desse modo, que o real não se opõe ao virtual, e sim ao atual; virtualidade e atualidade sendo apenas dois modos

distintos da realidade (idem, 1999), cujo conceito será explorado mais adiante nesta dissertação.

Porém, se o virtual é também real, e apenas uma dimensão da realidade que existe sem estar presente (idem, 1999) ou seja, duas faces de uma mesma questão (WEISSBERG, 1996), de que modo se pode nominar a existência de uma camada de informação virtual "territorializada" no ambiente físico, na qual o virtual não se propõe a substituir o real — como em ambientes de Realidade Virtual nos quais são projetados ambientes paralelos e imersivos — e sim adicionar elementos de virtualidade no ambiente físico?

Para exemplificar, podemos citar o caso de um piloto de caça que tem o seu voo guiado por um radar que exhibe, somada à sua visão do céu, uma camada de informações referentes à sua rota, ao seu trajeto, dentre outros dados. Nesta circunstância, de acordo com Weissberg (1996), o virtual não substitui, propriamente falando, o real, mas torna-se uma de suas formas de percepção, num misto em que as duas entidades são simultaneamente requisitadas. Isto porque, quando se verifica a sua articulação em um único sistema, não há a precedência de um dos termos sobre o outro (idem, 1996), mas a sua soma, trazendo novas informações e até mesmo significados distintos.

2.2.2

Debate: aumenta ou diminui o quê?

André Lemos, em seu blog, aponta a Realidade Aumentada como uma evolução "dos sistemas de interface homem-mundo emergentes com a sociedade da informação, e essa evolução aponta para uma ênfase na espacialização da informação em interface com o mundo 'real'". Ele sugere ainda que:

Essa nova espacialização se dá através de uma narrativa que cria um sentido de realidade "aumentado", mas que na realidade, como toda construção, pode ser uma redução de suas possibilidades pela ilusão da transparência. Pode se tratar de fato de uma "redução" da realidade (Lemos, 2010).

Lemos (2010) constata que através da Realidade Aumentada também se torna possível — com a soma do dado virtual ao ambiente físico — enganar os sentidos humanos e passar a falsa sensação de que os objetos físicos foram retirados (reduzidos) do ambiente. Ora, se colocarmos um vaso de plantas (real) na frente de uma bola de futebol; se este vaso for grande o suficiente para cobrir a bola por inteiro, se está diminuindo a realidade? Mesmo se considerarmos o caso de um vaso de plantas virtual, visualizado através de um celular por RA, e este vaso cobrir a bola, se estará diminuindo a realidade? Não esqueçamos que

sempre é possível esconder objetos presentes em cena com outros objetos, tal qual uma cortina que se fecha sobre um palco de teatro.

No entanto, há uma pequena diferença entre os casos do vaso virtual e do vaso físico. No caso da bola que é escondida atrás de um vaso físico, basta alguns passos e a mudança do ângulo de visão para que a bola seja revelada. Já no caso do vaso virtual que é colocado em cena por Realidade Aumentada, sua alocação em registro no ambiente se dará de acordo com a visão do espectador, sempre escondendo a bola, independente do ângulo de visão. De qualquer modo, sabe-se que a bola não deixou de existir ou desapareceu, estando apenas momentaneamente escondida.

A capacidade que certas aplicações de RA têm de "remover" — na verdade, "esconder" objetos que estão no ambiente — já foi abordada anteriormente por outros campos de pesquisa, sendo chamada por muitos de Realidade Diminuída. Entretanto, por considerar que as ideias de "remoção" e de "retirada" não condizem com o que de fato ocorre, tal característica será considerada nesta dissertação tão somente como uma subseção da Realidade Aumentada (AZUMA et al, 2001). Afinal, os objetos não desaparecem, mas são escondidos por uma camada de dados virtuais que enganam os sentidos ao colocá-los em registro com o ambiente físico, de forma interativa.

Desconsiderando-se esses casos em que os dados virtuais escondem os elementos do ambiente, no geral, há uma realidade que conta com informações virtuais adicionadas ao ambiente físico, sendo, portanto, enriquecida por tais informações. Como no caso do piloto de caça, citado anteriormente, ou no filme de ficção científica "O Exterminador do Futuro", não há dúvidas de que, em ambas situações, a capacidade de visão do piloto e do androide é incrementada.

2.3 Computação Ubíqua: Realidade Virtual e Realidade Aumentada como ferramentas

Na década de 90, período em que as pesquisas referentes à Realidade Aumentada começaram a se intensificar, outro campo de pesquisa já tinha atingido o grande público, a Realidade Virtual (RV). A possibilidade de imersão do ser humano em um mundo paralelo virtual, totalmente recriado, era o que motivava tais estudos em Realidade Virtual. Lev Manovich caracteriza o período da seguinte forma:

Os anos 90 foram sobre o virtual. Nós estávamos fascinados com os novos espaços virtuais possíveis através da tecnologia computacional. As imagens que permitem o escape para um espaço virtual que deixa o espaço físico sem uso e faz o ciberespaço (o mundo virtual que existe em paralelo ao nosso mundo) dominar a década (MANOVICH, 2002, tradução nossa).

Nada mais natural, portanto, que muitas comparações fossem estabelecidas entre a Realidade Aumentada e a Realidade Virtual. A fim de definir tais contrapontos, Milgram e Kishino (1994) propuseram uma taxonomia para explicar o que foi denominado "contínuo do real-virtual" (Figura 2-7). Ao comparar as características de um ambiente real com as de um ambiente virtual, estabeleceu-se a seguinte classificação: na Realidade Aumentada, alguns dados virtuais são inseridos no ambiente real; na Virtualidade Aumentada, elementos reais são inseridos em ambientes majoritariamente virtuais e na Realidade Misturada, elementos reais e virtuais são mesclados sem uma predominância clara entre um ou outro.

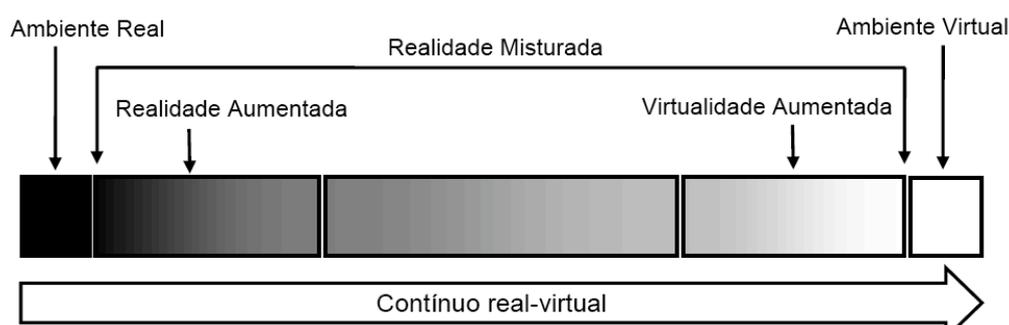


Figura 2-7 – Contínuo do real-virtual, segundo TORI (2009).

A taxonomia proposta por Milgram e Kishino (1994b) auxilia na delimitação do campo de pesquisa, ao esclarecer, através de comparações, o emprego de termos que tangenciam a Realidade Aumentada. Entretanto, pode-se observar que, na prática, “a classificação de virtualidade aumentada é pouco empregada, e os sistemas que mesclam real e virtual, em qualquer proporção, costumam ser referidos simplesmente por ‘realidade aumentada’ (...)” (TORI, 2009).

Outras comparações também foram estabelecidas. Mark Weiser (1991), por exemplo, aponta a Realidade Virtual como o oposto da Computação Ubíqua, pois, enquanto a primeira tem por objetivo recriar um ambiente imersivo virtual através do computador, envolvendo o usuário e isolando-o do ambiente externo, na Computação Ubíqua, é o computador que está integrado aos objetos do cotidiano, permeando o ambiente do usuário e não o contrário. A Realidade Aumentada atua, portanto, como elo entre estes dois extremos. Ela também é a

tecnologia que propicia que o ciberespaço transborde para o mundo real, fazendo com que o que antes se situava dentro de caixas, agora fique fora delas (VINGE, 2006 apud LAMANTIA, 2009, tradução nossa). Além disso, ao ser amplamente utilizada em gadgets, objetos e roupas sempre presentes, ela traz os mundos interativos 3D da Realidade Virtual dos computadores desktop para os inúmeros objetos do ambiente físico (FILIPPO et al, 2007).

Sem dúvida, o ambiente está repleto de computação, e a era da ubiquidade computacional (Ubicomp), apregoada por Weiser (1996) como a quarta era da computação, é cada vez mais presente. Isto ocorre apesar de nem sempre os computadores serem completamente percebidos como tal, já que, muitas vezes, estão presentes em objetos não comumente chamados de “computador”, o que contribui para torná-los invisíveis ao usuário. Este conjunto de características é exatamente o que Weiser (1993) definia como UbiComp.

Um exemplo de computador presente no cotidiano, e que não é percebido como tal, é o atual sistema para pagamento de passagens de ônibus da cidade do Rio de Janeiro. Ele é composto por um cartão, pertencente ao passageiro, no qual é embutida uma etiqueta de RFID (Radio-Frequency Identification), e por um terminal, instalado no ônibus, composto por um sensor e um leitor (atuador) do RFID. Através deste simples sistema, uma série de dados é trocada entre os componentes do sistema para que a passagem seja liberada.

Pinheiro & Spitz (2007) observam o mesmo caso, concluindo que, apesar de se tratar de um processo muitas vezes não plenamente compreendido pelos passageiros, nada impede que o sistema seja utilizado sem complicações. É exatamente o fato do usuário não estar ciente de todo o complexo processo realizado pelo sistema, o que, neste caso, o torna invisível.

Em relação ao celular, por exemplo, embora não se possa dizer que se trate de um aparelho invisível, como o cartão de ônibus, consiste, atualmente em um computador que, muitas vezes, não é visto como tal, mas que está cada vez mais presente no cotidiano. Tais aparelhos deixaram de ser apenas telefones móveis, para se tornarem pequenos computadores de bolso que, segundo dados da UIT (União Internacional de Telecomunicação),¹² são utilizados atualmente por mais da metade da população mundial. Exatamente por ter se tornado uma plataforma muito comum, o celular atua como uma mídia ideal para várias interações em ambientes de ubiquidade computacional (ANTONELLI, 2008).

¹² Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/mat/2010/10/19/populacao-mundial-tera-5-3-bilhoes-de-celulares-ate-fim-do-ano-922822675.asp>>. Acesso em: 26. Jun. 2010

2.4 Sistemas de RA por celular

As possibilidades de aplicação de sistemas de Realidade Aumentada são inúmeras, assim como os diferentes conjuntos de tecnologias que, combinados, podem viabilizar tais sistemas. Sendo assim, serão analisadas, a seguir, algumas dessas configurações, possibilidades e limitações, tanto do ponto de vista técnico quanto sensório.

Apesar desta dissertação não ter enfoque tecnicista, é importante salientar as características de cada aplicação de sistema de RA, mais especificamente em celulares, pois acreditamos que, para melhor entender e projetar soluções que fazem uso de Realidade Aumentada, "é necessário ter pleno domínio sobre os recursos oferecidos pela tecnologia (...)" (TORI, 2009), assim como compreender suas características e singularidades.

2.4.1 Possibilidades sensórias

É importante frisar que, apesar de tratarmos principalmente de aspectos da visualidade ao exemplificar sistemas de RA, na verdade, ela é potencialmente aplicável a todos os sentidos (AZUMA et al, 2001).

A audição, por exemplo, pode ser explorada, ao se adicionar sons que interfiram, em registro, com os sons do ambiente externo. Isto daria ao sistema a chance de mascarar ou encobrir sons do ambiente (DURLACH, 1995 apud AZUMA, 1997) ou, ainda, de trabalhar na mistura desses dados que, em conjunto e de maneira interativa, gerariam novos sons. Atualmente, há sintetizadores de sons que já atuam desse modo, tal como o aplicativo para celular RJDJ.¹³ Neste último, o usuário pode interferir em uma música, adicionando novos sons, ao cantar em um microfone, ao movimentar o aparelho celular (Figura 2-8) ou ao tocar em sua tela.

¹³ Aplicativo para iPhone. Disponível em: <www.rjdj.me> Acesso em: 15. Nov. 2010.

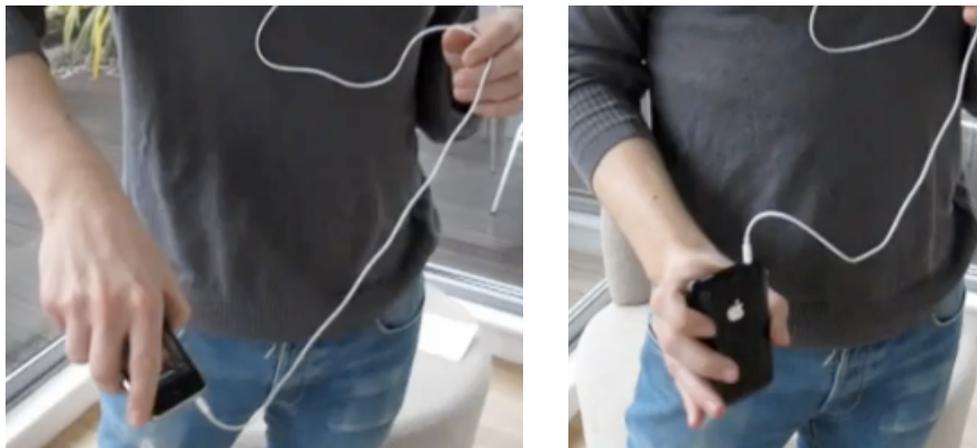


Figura 2-8 - Usuário modificando a música, ao movimentar o aparelho celular que também capta sons do ambiente para constituir a música.

Há também a possibilidade de se explorar o tato em sistemas de Realidade Aumentada, embora isto não seja simples de se realizar e demande o uso de luvas. Por exemplo, o usuário pode passar sua mão sobre a superfície de uma mesa física e, ao fazê-lo, a luva pode "aumentar" a sensação da mesa, tornando-a áspera ou rugosa em determinados pontos (WELLNER, 1993 apud AZUMA, 1997).

No entanto, apesar das diversas possibilidades de exploração de todos os sentidos humanos, as pesquisas e a grande maioria de soluções comerciais para RA existentes até então têm se concentrado apenas na visão como sentido "aumentado". O que é bastante compreensível, afinal, o enfoque na visualidade não ocorre somente com esta tecnologia específica, mas na sociedade como um todo, e há bastante tempo.

Acredita-se que as possibilidades sensoriais deveriam trabalhar em conjunto, afinal, nossa percepção do mundo se dá através de todos os sentidos. Contudo, como esta pesquisa tem como base o estudo de casos já existentes de aplicações de sistemas de Realidade Aumentada, a visão será o sentido mais abordado nesta dissertação.

2.4.2 **Técnicas, possibilidades de display e limitações tecnológicas**

Um dos principais problemas, atualmente, em sistemas de Realidade Aumentada, é a "renderização" de imagens em registro com o ambiente que (BIMBER & RASKAR, 2005), em função da baixa latência — período de inatividade entre um estímulo e o início da reação seguinte — causa a trepidação da

imagem virtual (AZUMA, 2001), principalmente quando é necessário o enquadramento em tempo real e com alta qualidade do elemento virtual por meio dos celulares. Isto acontece porque as tarefas de “renderização” e de imposição das imagens em registro exigem uma capacidade de processamento superior à dos atuais *smartphones*.

Um bom exemplo de sistema de RA que explora seus potenciais em função das limitações da tecnologia é o aplicativo para celular iButterfly, desenvolvido pela Mobile Art¹⁴ no Japão. Nele, borboletas virtuais que representam cupons de desconto para lojas específicas são referenciadas em determinados pontos da cidade, ou seja, o seu posicionamento virtual é atrelado a coordenadas de latitude e longitude da Terra. Uma vez que as borboletas-cupom são visualizadas, elas podem ser colecionadas através de um movimento com o celular que mimetiza a sua captura (Figuras 2-9 e 2-10). Uma vez coletadas, elas são armazenadas no celular do usuário, formando uma biblioteca particular, uma coleção de cupons em forma de borboleta que podem ser apresentados em lojas físicas ou virtuais e trocados por descontos ou brindes.

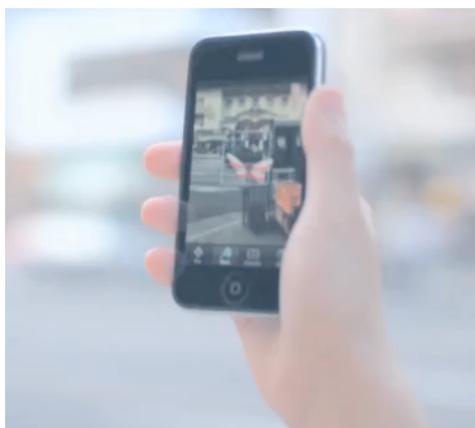


Figura 2-9 – Identificação, através do celular, da borboleta georreferenciada no ambiente.

Figura 2-10 – Movimento realizado com o celular para coletar a borboleta.

No caso do aplicativo iButterfly, problemas relativos à baixa latência são solucionados a partir da escolha da borboleta como elemento gráfico e não como uma cópia fotográfica do animal, reduzindo assim a necessidade de maior processamento da imagem. O problema é igualmente contornado com a adoção do voo da borboleta na animação. Como ele não é linear, a imagem tremida é

¹⁴ MOBILE ART. iButterfly. Disponível em: <http://www.mobileart.jp/ibutterfly_en.html>. Acesso em: 28. Jun. 2010

tomada como partido projetual, não sendo percebida como um problema de ordem técnica.

Contudo, assim como os computadores desktop evoluíram no sentido de aumentar o seu poder de processamento, acredita-se que o mesmo acontecerá com os celulares. Dessa forma, nesta dissertação, não serão abordadas as limitações da tecnologia, mas tão somente suas características e singularidades.

Uma característica dos sistemas de RA é o modo como se rastreia o ambiente para posicionar os dados virtuais em registro que, de forma geral, pode ser classificado em dois tipos (BIMBER & RASKAR, 2005): utilizando-se de identificadores que atuam "de fora para dentro", como marcadores fiduciais (Figura 2-11) e sensores do videogame Wii; ou ainda, por meio daqueles que atuam "de dentro para fora", com sensores embutidos nos sistemas de RA como, por exemplo, no caso de celulares que possuem sensores de GPS (*Global Positioning System*), acelerômetro e bússola, utilizados para identificar a posição do usuário do sistema (Figura 2-12). Através desses sensores, é possível determinar a posição relativa do sistema de RA no ambiente.



Figura 2-11 - Sistema de Realidade Aumentada em celular utilizando um marcador fiducial, que identifica a posição do usuário "de fora para dentro".

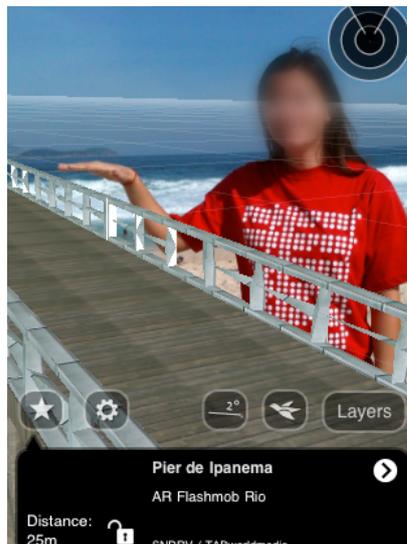


Figura 2-12 - Sistema de Realidade Aumentada em celular que utiliza sensores internos do aparelho para identificar a posição do usuário "de dentro para fora".

Além de situar a imagem em registro com o ambiente, a maneira como ela é mostrada também constitui uma questão relevante. Tori (2009) elenca as formas mais comuns de se misturar elementos virtuais no ambiente, com foco em sua visualização:

video see-through (VST): por meio de óculos ou capacetes de realidade virtual, que isolam a visão externa do usuário e exibem imagens virtuais tridimensionais (estereoscópicas), e uma câmera acoplada à cabeça do usuário (ou par, quando se deseja efeito estereoscópico), a cena real é captada. Elementos virtuais são sobrepostos digitalmente, e a cena editada é enviada ao usuário, que tem a sensação de estar vendo o mundo real enriquecido com informações digitais (...)

optical see-through (OST): nesta técnica utiliza-se um dispositivo óptico semi-transparente, em geral, um par de óculos, que gera imagens virtuais ao mesmo tempo em que permite a visualização do ambiente real sobre o qual as informações digitais são sobrepostas (...)

visualização indireta: neste caso, a sobreposição entre informações virtuais e ambiente real é visualizada em um monitor ou numa tela de projeção; a tecnologia utilizada para a mesclagem é a mesma do *video see-through*; em algumas situações, a tela pode simular um “espelho mágico”, através do qual o usuário se observa e ao ambiente a seu redor, bem como os elementos virtuais adicionados digitalmente (...)

RA Espacial (RAE): na realidade aumentada espacial (Bimber & Raskar, 2005), o enriquecimento virtual do ambiente é obtido por meio de projeções diretamente sobre objetos do ambiente real (...) (TORI, 2009)

Dentre as formas apontadas por Tori (2009) de se misturar elementos virtuais no ambiente, somente a técnica de *optical see-through* não poderia ser utilizada em celulares, por ter como característica o uso de um visor transparente para veiculação dos dados virtuais, algo (ainda) inexistente nos aparelhos celulares atuais.

A técnica de visualização indireta, apesar de tecnicamente possível em um aparelho celular, é pouco viável para uma metáfora de "espelho", tendo em vista o tamanho reduzido das telas dos celulares. Já a técnica de RA Espacial, descrita por Bimber & Raskar (2005), apesar de factível para aplicação em celulares, ainda não pode ser observada comercialmente. Por esta razões, ambas as técnicas não serão consideradas na pesquisa para esta dissertação.

Dentre as quatro técnicas de Realidade Aumentada listadas por Tori (2009), somente a de *video see-through* (VST) é amplamente utilizada em celulares nos dias de hoje. Sendo assim, como esta dissertação tem por objetivo investigar os aplicativos de RA utilizados comercialmente na atualidade, serão selecionados para esta pesquisa apenas aqueles que fazem uso de VST.