

A Representação do Corpo e do Movimento: uma Análise da Interatividade do *Motion Capture*

G. S. Prim^{a,b}, B. S. Gonçalves^b, M. L. H. Vieira^b

^a *gabrielsprim@gmail.com*

^b Programa de Pós-Graduação em Gestão do Design,
Departamento de Design e Expressão Gráfica
Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil

Resumo

O *Motion Capture (MoCap)* é um sistema capaz de medir o deslocamento do ser humano. A tecnologia de captura de movimentos pode ser utilizada em produções de entretenimento digital, como os games e as animações 3D. Neste trabalho, busca-se sistematizar os níveis de interatividade possibilitadas a partir do equipamento óptico de captura de movimentos, analisando as variáveis descritas por Steuer (1992) e as definições de interatividade descritas por Lévy (2000), discutindo a interação do homem com o MoCap em termos de possibilidades de apropriação e de personalização, virtualidade, a implicação da imagem do participante e da telepresença. Os resultados permitem uma reflexão sobre o potencial de interatividade do sistema e concluindo com observações do alto potencial de interatividade do equipamento de *Motion Capture*.

Palavras-chave: *Captura de Movimentos, Interatividade, Interação, Telepresença.*

The Representation of the Body and Movement: an analysis of the interactivity of Motion Capture

Abstract

The *Motion Capture (MoCap)* is a system able to measure the movement of human body. The motion capture technology can be used in production of digital entertainment, such as games and 3D animations. This paper seeks to systematize the levels of interactivity made possible from optical motion capture equipment, analyzing the variables described by Steuer (1992) and the definitions of interactivity described by Levy (2000), discussing the interaction of man with the MoCap in terms of possibilities of appropriation and personalization, virtuality, the implication of the image of the participant and telepresence. The results allow a discussion about the potential of interactivity with the system and concluding observations of the high interactivity potential of the *Motion Capture* equipment.

Keywords: *Motion Capture, Interactive, Interaction, Telepresence.*

1. INTRODUÇÃO

Desde a pré-história, o homem busca representar a movimentação dos animais e pessoas. Os avanços tecnológicos têm potencializado cada vez mais a observação e o registro dos objetos e dos seres em ação. Nos dias de hoje, pode-se observar os movimentos com o auxílio de super câmeras, que são capazes de filmar com uma alta taxa de frames por segundo, podendo assim registrar como os seres e as coisas realmente se movimentam em “câmera lenta”.

Outro recurso disponível para observação dos movimentos dos seres humanos e dos animais são os equipamentos conhecidos como *Motion Capture* (Captura de Movimentos). Trata-se de um sistema capaz de medir o deslocamento do ser humano através de diferentes tecnologias. Neste trabalho, busca-se sistematizar os níveis de interatividade possibilitadas a partir do equipamento óptico de captura de movimentos, o qual capta a movimentação a partir de sensores presos a uma roupa especial, a fim de medir a rotação das juntas do indivíduo.

Essa informação é enviada a um computador que é capaz de transferir os movimentos da pessoa para um personagem digital tridimensional em tempo real. Assim, este artigo discutirá que formas de interação ocorrem na relação do homem com a máquina e quais níveis de interatividade estão relacionados com todo o processo de *Motion Capture*.

Frente o exposto, este artigo elegeu como objeto de análise o equipamento de *Motion Capture* em funcionamento com um ator se movendo em uma sala a qual possui uma tela onde ele pode ver um personagem tridimensional que se desloca conforme os movimentos do ator em tempo real. Será observada a interatividade do equipamento, analisando as variáveis descritas por Steuer (1992).

A partir das definições de interatividade descritas por Lévy, este artigo discutirá a interação do homem com o *Motion Capture* em termos de possibilidades de apropriação e de personalização, virtualidade, a implicação da imagem do participante e da telepresença.

Os resultados, permitem uma reflexão sobre o potencial de interatividade do *Motion Capture*, considerando a possibilidade deste equipamento caracterizar o maior grau de interatividade, dentro dos conceitos dos autores abordados.

Cada dispositivo de comunicação diz respeito a uma análise pormenorizada, que por sua vez remete à necessidade de uma teoria da comunicação renovada, ou ao menos a uma cartografia fina dos modos de comunicação (LÉVY 2000, pg.82).

2. FUNDAMENTAÇÃO

2.1 Motion Capture

Motion Capture (MoCap) é a captura e gravação dos movimentos de humanos, animais e objetos inanimados em formato de dados tridimensionais (KITAGAWA, 2008). Os dados podem ser utilizados para estudo dos movimentos ou para dar a ilusão de vida (animação) para modelos 3D. A grande parte dos sistemas de MoCap dos dias de hoje requer um aparato tecnológico de alto custo, o qual apenas algumas empresas, universidades e organizações têm acesso a tal tecnologia.

Utilizado em grandes produções cinematográficas, o MoCap é um equipamento que oferece resultados precisos rapidamente para filmes que se utilizam da computação gráfica. A precisão do processo permite que animações complexas sejam realizadas rapidamente com fidelidade ao movimento original, como mostra a figura 1.



Figura 1 – Comparação entre ator e personagem para o filme “Expresso Polar”, indicado para diversos prêmios. O ator Tom Hanks interpretou quatro personagens do filme. Fonte: Warner Bros, 2004

A tecnologia de captura de movimentos também pode ser utilizada em outras produções de entretenimento digital, como os games. Na figura 2 o exemplo do uso do MoCap para capturar a atuação de um ator treinado para lutar com espadas, resultando em animações realistas para os personagens. Produzir este tipo de movimentação em um personagem 3D sem a utilização do MoCap despenderia muito tempo e não contaria com o conhecimento de uma pessoa treinada a lutar com espadas.

A figura 3 demonstra o processo de captura de movimentos para animação, desde o vestir da roupa até o pós-processamento.



Figura 2 - O ator Mishaél Lopes Cardozo para o jogo de luta com espadas Plufby World. Fonte: RedCell Studio, 2012

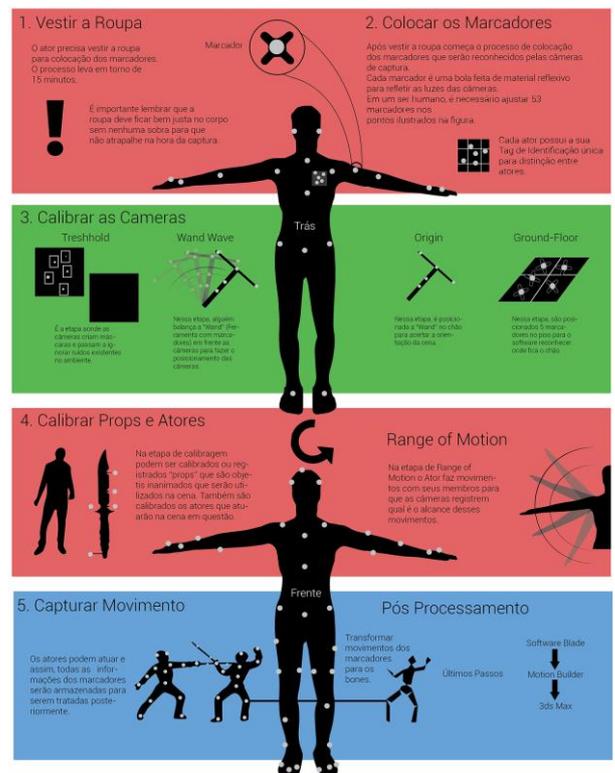


Figura 3 – O processo de captura de movimentos para animação 3D. Fonte: Rosa, 2013

A figura 4 apresenta a arquitetura básica de um sistema de *Motion Capture*, enquanto a figura 5 apresenta um conjunto complexo, com várias câmeras.

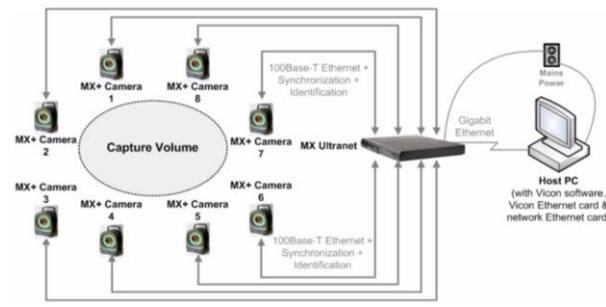


Figura 4 –Arquitetura básica de um sistema de captura de movimentos. Fonte: Vicon, 2006

O *Motion Capture* também é utilizado na análise de movimentos para os esportes de alto rendimento e na medicina, permitindo estudos para o desenvolvimento de produtos relacionados com a movimentação do ser humano. Um sistema versátil de captura de movimentos possibilita a análise do desempenho de esportistas de alto rendimento, ajudando a prevenir lesões e melhorar performance. (VICON, 2014)

O maior atrativo do MoCap é a possibilidade de ser utilizado para produção de animações com custo mais atraente, uma vez que toda pré-produção for executada. Dependendo da natureza do projeto, o *Motion Capture* torna possível a automatização de grande parte das animações, eliminando boa parte do trabalho manual. (KERLOW, 2009)

Ressalta-se que o *Motion Capture* funciona a partir da interação do usuário através de seu próprio corpo. Essa interação direta do corpo biológico do usuário com um corpo virtual possui características singulares que serão estudadas neste artigo, culminando em uma ferramenta poderosa para grandes resultados em projetos de design focados em animação.

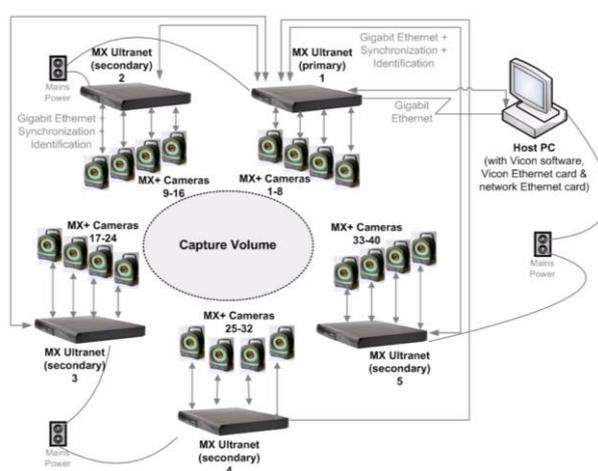


Figura 5 –Arquitetura de um sistema complexo de captura de movimentos. Fonte: Vicon, 2006

Para compreender a interatividade do processo de Captura de Movimentos, necessita-se de uma explanação no contexto de interação e interatividade. Tais conceitos são vistos de diferentes formas por diversos autores. Neste artigo, trata-se de alguns desses autores, observando-se as características abordadas por cada um deles a fim de compreender o potencial interativo deste equipamento. Observando-se o nível de interatividade do *Motion Capture*, pode-se compreender quais das características da Captura de Movimentos aponta para um nível máximo de interatividade e quais fatores faltam para alcançar tal patamar.

2.2 Interação e Interatividade

Interação refere-se ao processo de comunicação estabelecido entre o usuário e o sistema, durante a realização de tarefas; enquanto interatividade consiste em uma característica variável que se refere ao quão pró-ativo a configuração do sistema permite que o usuário seja durante a interação, podendo ser medida em níveis (PADOVANI, 2008).

Interatividade é um termo adotado desde a década de 60. Com o passar do tempo, o termo ganhou denominações distintas de diversos autores, considerando fatores tanto tecnológicos quanto psicológicos, por vezes considerando ora a interatividade como uma qualidade de um sistema ora como uma percepção do ser humano.

A interatividade mostra-se como um pré-requisito para a interação entre usuário e sistema (FILATRO, 2008). A interatividade é a qualidade daquilo que é interativo.

Devido a esta diversidade de abordagens, realizou-se um levantamento teórico de algumas definições para o termo interatividade a partir de Steuer (1992), Tori (2008), Lévy (2000).

Para Steuer (1992) existem três fatores básicos que podem ser medidos tendo em vista o potencial de interatividade:

- **Velocidade:** Refere-se à taxa que um input pode ser assimilado pelo ambiente mediado, sendo que interação em tempo real configura o valor máximo desta variável;
 - **Mapeamento:** Refere-se ao meio que conecta as ações do usuário e ações com o ambiente midiático. Em um extremo esse mapeamento é totalmente arbitrário e sem relação com as ações realizadas pelo usuário. No outro extremo, o mapeamento é totalmente natural, onde a ação do usuário corresponde diretamente a ação realizada no ambiente midiático. Desde que os nossos sistemas de percepção são otimizados para as interações com o mundo real, o mapeamento é geralmente aumentado mediante a adaptação dos controladores para o corpo humano;
 - **Amplitude da Interação:** Refere-se ao número de atributos que o ambiente midiático consegue manipular, e a quantidade de variações possíveis para cada atributo.
- Segundo Tori (2008) a interatividade existe em um continuum sendo a soma de três variáveis:
- **Frequência:** quão frequente se pode interagir;
 - **Abrangência:** qual a gama de escolhas disponíveis a cada interação;
 - **Significância:** qual a real importância da escolha para o desenrolar da atividade.

Um sistema interativo possui interatividade, independentemente da consumação ou não de alguma interação com o mesmo, ou seja, possui capacidade ou potencial para produzir 'interação', que pode ou não vir a acontecer (TORI, 2008).

Lévy (2000) possui uma abordagem que problematiza a noção de interatividade. Segundo o autor, interatividade em geral ressalta a participação ativa do beneficiário de uma transação de informação. Para o autor, a possibilidade de reapropriação e de recombinação material da mensagem por seu receptor é um parâmetro fundamental para avaliar o grau de interatividade do produto. Pierre Lévy aponta os eixos que se pode medir, ou seja, o grau de interatividade de uma mídia ou dispositivo, sendo eles:

- As possibilidades de apropriação e de personalização da mensagem recebida, seja qual for a natureza dessa mensagem;
- A reciprocidade da comunicação (a saber, um dispositivo comunicacional “um-um” ou “todos-todos”). Aqui a interatividade pode ser classificada em Difusão Unilateral, Diálogo (Reciprocidade), Diálogo entre vários participantes;
- A virtualidade, que enfatiza aqui o cálculo da mensagem em tempo real em função de um modelo e de dados de entrada. Ela pode ser medida nos seguintes níveis (do mais fraco ao mais forte): Virtual no Sentido Comum, Virtual no Sentido Filosófico, Mundo virtual no sentido da possibilidade de cálculo computacional, Mundo virtual no sentido do dispositivo informacional, Mundo virtual no sentido tecnológico estrito;
- A implicação da imagem dos participantes nas mensagens. No sentido tecnológico estrito do virtual, este quesito se refere a ilusão de interação sensório-motora com um modelo computacional;
- A Telepresença, conceito este que será abordado posteriormente.

Segundo Steuer (1992), presença é definida como o senso de estar em um ambiente. Já a telepresença é definida como a experiência de presença em um ambiente, através de um meio de comunicação.

Em outras palavras, presença se refere a percepção natural em um ambiente, enquanto a telepresença se refere a percepção mediada de um ambiente. O autor se refere a ambiente podendo ele ser temporário e até mesmo distante de um ambiente “real”, se referindo diretamente a um ambiente criado por computação gráfica.

Telepresença é a capacidade de um meio para formar um ambiente que, na mente dos participantes da comunicação, tem precedência sobre ambientes físicos reais (STEUER, 1992).

A partir da revisão bibliográfica efetivada, neste trabalho, analisa-se o potencial da interatividade do equipamento de *Motion Capture* considerando os fatores básicos apontados por Steuer, e a problemática relacionada a interatividade segundo Lévy. Elimina-se deste recorte os fatores indicados por Tori devido ao fato do autor considerar a dimensão ‘significância’, fator que só pode ser analisado em uma análise de caso. Esta escolha é reforçada pelo fato desta pesquisa se limitar ao equipamento e ao usuário, não a sua significância dentro de uma produção visual.

3. ANÁLISE DO MOCAP A PARTIR DOS CRITÉRIOS DE INTERATIVIDADE PROPOSTOS POR STEUER E LEVY

A partir do exposto, elegeu-se como objeto de análise o equipamento de *Motion Capture* funcionando com um usuário se movendo em uma sala a qual possui uma tela onde ele pode ver um personagem tridimensional que se movimenta conforme os movimentos do usuário em tempo real. Será observada a interatividade do equipamento, a partir das variáveis descritas por Steuer. As definições de interatividade descritas por Lévy, também possibilitaram uma discussão relativa a interação do homem com o *Motion Capture* em termos de possibilidades de apropriação e de personalização, virtualidade, a implicação da imagem do participante e da telepresença.

Com base nos resultados, pretende-se discutir questões referentes ao grau de interatividade do MoCap, considerando

a possibilidade deste equipamento caracterizar o maior grau de interatividade, dentro dos conceitos dos autores abordados.

3.1 Interatividade do equipamento de *Motion Capture* diante dos fatores de Steuer

Para analisar a interatividade do equipamento de *Motion Capture* sob o ponto de vista de Steuer, partir-se-á dos três fatores apontados pelo autor a fim de medir a interatividade:

- **Velocidade:** No que diz respeito a velocidade, o equipamento de *Motion Capture* é capaz de capturar e reproduzir os movimentos do usuário em tempo real, sendo assim, configurando o valor máximo para a variável de velocidade, pois a taxa de entrada (input) é assimilada e oferece a saída (output) imediatamente.
- **Mapeamento:** Considerando o fator do mapeamento, é importante pontuar que o equipamento de *Motion Capture* capta os movimentos e os reproduz diretamente na tela do computador. Ou seja, as ações do usuário correspondem diretamente a ação realizada no ambiente do software. Sendo assim, corresponde ao nível máximo de mapeamento, pois o mapeamento acontece de forma natural e interativa para o usuário. Sendo assim, entende-se que o mapeamento do equipamento de *Motion Capture* é um controlador completamente adaptado ao corpo humano, caracterizando uma interface otimizada para a interação do mundo real com o virtual.
- **Amplitude de Interação:** Para analisar a amplitude de interação do equipamento de *Motion Capture*, considera-se que a amplitude máxima é a captura completa de todas as movimentações do corpo e amplitude mínima sendo a captura de nenhum dos movimentos do corpo. O equipamento de MoCap é capaz de captar todas as movimentações do corpo, uma vez que esteja ao dispor todos os dispositivos necessários, até mesmo regiões específicas, como os dedos e a face, são possíveis de serem captadas e reproduzidas no software.



Figura 6 – Captura de *Motion Capture*.

FONTE: DesignLab . Design UFSC

Sendo assim, pode-se dizer que equipamento de *Motion Capture* possui amplitude máxima de interação, uma vez que este equipamento é capaz de reproduzir todos os movimentos do corpo em todas as suas variações, ou seja, em todos os eixos de rotação. O quadro 1 um resumo as potencialidades mencionadas.

Quadro 1: Interatividade do MoCap segundo critérios de Steuer.

Critério	Valor
Velocidade	Tempo Real
Mapeamento	Máximo
Amplitude de Interação	Máxima

3.2 A interatividade do equipamento de *Motion Capture* diante da problemática de Lévy

Considerando os eixos apontados por Lévy (2000) para a medição do grau da interatividade de um produto, analisa-se o grau que o equipamento de *Motion Capture* fornece ao usuário, sendo ele o beneficiário da transação de informação entre seu corpo biológico e o corpo virtual.

O primeiro eixo apontado pelo autor é referente as possibilidades de apropriação e de personalização da mensagem recebida. Considerando que a mensagem, no que diz respeito ao MoCap, refere-se ao movimento, o usuário se apropria do corpo virtual que está no ambiente virtual através do movimento, e por tratar o movimento como sendo a mensagem, entende-se que a personalização da mensagem é plena, pois depende exclusivamente da movimentação do usuário.

O segundo eixo refere-se a reciprocidade da comunicação. Assim, ao analisar esta reciprocidade tendo em vista a comunicação entre corpo biológico e corpo virtual, pode-se dizer que a comunicação é de um-para-um. No que se refere a reciprocidade propriamente dita, não há reciprocidade total pois o corpo virtual segue o movimento do corpo biológico e o contrário não ocorre.

Entretanto, não se pode dizer com certeza que esta comunicação é unidirecional, pois o usuário não ignora a movimentação do corpo virtual para realizar seus movimentos, ele realiza o movimento seguinte a partir da sensação tida sobre o movimento anterior. Lévy afirma que mesmo sentado na frente de uma televisão sem controle remoto, o destinatário decodifica, interpreta, participa, mobiliza seu sistema nervoso de muitas maneiras, e sempre de forma diferente de seu vizinho. Esta decodificação, interpretação e participação é certamente bem ativada no equipamento de *Motion Capture* e, portanto, não é possível dizer que não há reciprocidade entre o corpo biológico e o virtual, mas sim que há uma reciprocidade parcial entre os dois corpos.

O terceiro eixo apontado pelo autor é o da virtualidade, referindo-se ao processamento em tempo real. O equipamento de *Motion Capture* ao qual refere-se este artigo, possui o feedback em tempo real, enviado ao usuário de forma instantânea, sendo notável que os usuários do *Motion Capture* conseguem assimilar o feedback do sistema assim que o recebem e continuam realizando movimentos para que o sistema capte e reproduza. Considera-se a quantificação máxima para o quesito velocidade, uma vez que a informação enviada pelo usuário é respondida em tempo real e o usuário continua enviando novos comandos ao sistema.

Quadro 2: Interatividade do *MoCap* segundo critérios de Levy.

Critério	Valor
Apropriação	Plena
Reciprocidade	Parcial
Virtualidade	Muito Alta em Tempo Real
Implicação da Imagem	Total
Telepresença	Muito Elevado

O eixo seguinte apontado pelo autor é o da implicação da imagem do participante na mensagem. No que se refere a ilusão da interação sensório-motora com um modelo computacional, o *Motion Capture* é um equipamento onde a interação sensório-motora é mais do que uma ilusão. Os movimentos do usuário são representados de forma direta e sem atrasos dentro do ambiente virtual. Considera-se assim, a implicação da imagem do participante na mensagem é

total, pois a mensagem é seu movimento em si. O quadro 2 sintetiza os resultados da análise realizada a partir dos eixos propostos por Levy (2000).

No que se refere ao conceito de telepresença levantando por Steuer (1992), ou seja, a ideia da presença em um ambiente através de um meio de comunicação, pode-se dizer que o *Motion Capture* possui um grau muito elevado neste quesito, pois a sensação de estar presente em outro lugar se dá pela mediação do equipamento, fazendo o usuário se sentir dentro do ambiente virtual podendo ter precedência diante do ambiente físico real, caracterizando um dos maiores exemplos de telepresença diante das tecnologias atuais, pois se acredita que a holografia dará, nos próximos anos, um passo à frente no que se refere a Telepresença.

4. DISCUSSÕES

O potencial do MoCap em termos de interatividade abre um grande leque de possibilidades para o Design, especialmente para o desenvolvimento de animações e jogos. O processo de *Motion Capture* gera movimentos fiéis ao real com notável otimização de tempo. Dependendo da natureza do projeto, as técnicas de captura de movimentos tornam possíveis a automatização de grande parte da animação de personagens, eliminando grande porção do trabalho manual de animação (KERLOW, 2009). Quando o *Motion Capture* não é utilizado para controle em tempo real, os movimentos coletados podem ser refinados. Isto pode ser interessante para a animação porque o movimento sem refinamentos (*Raw Motion*) muitas vezes contém ruídos que não são interessantes para a movimentação do personagem 3D (KERLOW, 2009).

Sendo assim, não se deve encarar o movimento gerado pelo MoCap como algo imutável por causa de sua semelhança com o real. Deve-se, sobretudo, observar se aquela interação ofereceu uma movimentação suficientemente próxima ao desejado, a ponto de que seja possível refiná-la em tempo hábil. Observa-se, então, que o uso de captura de movimentos requer atenção especial no processo de Design de Animação, requer planejamento, pois faz parte do projeto de design. Sendo assim, é possível planejar as sessões de captura em cenas, que devem cumprir determinados requisitos estabelecidos pelo designer/diretor antes de dar continuidade para as próximas cenas.

5. CONCLUSÃO

Considerando os conceitos e as reflexões apresentados neste artigo, observa-se o alto potencial de interatividade do equipamento de *Motion Capture*. A capacidade de resposta em tempo real, a amplitude máxima (considerando as limitações do corpo humano), a apropriação do corpo virtual pelo biológico, a ativa participação e interpretação do usuário. Tudo isto faz com que o equipamento de *Motion Capture* seja caracterizado como um equipamento com capacidade muito alta de interação na visão dos autores Steuer e Lévy.

Entretanto, não se pode afirmar que o equipamento em questão caracterize interatividade máxima, devido a critérios como a reciprocidade, onde a mensagem não é do tipo todos-todos, ou seja, envolvendo diálogo entre vários participantes. Outro fator que não nos permite dizer que o *Motion Capture* possui grau máximo de interatividade é a telepresença, pois a telepresença pode ser considerada superior se a sobreposição do corpo virtual diante do real fosse paralelamente materializada no mundo real, como propõe a holografia.

Por fim, propõe-se avaliar, em trabalhos futuros, a capacidade de interatividade da holografia, pois esta tecnologia poderia apresentar interatividade total estabelecendo a captura do usuário em um sistema, o qual projeta seu corpo em uma imagem holográfica para várias pessoas, podendo este usuário receber mensagens como resposta dos demais usuários.

Estas reflexões demonstram-se importantes para o design no intuito de compreender o momento atual da tecnologia no que diz respeito a interatividade e que caminho este tipo de tecnologia está tomando, apontando as lacunas que faltam preencher e facilitando o processo de inovação dentro do design, no âmbito da interação e interatividade.

6. REFERÊNCIAS

- [1]. Kitagawa, M.; WINDSOR, B. MoCap for Artists. Workflow and Techniques for Motion Capture. Oxford, Focal Press, 2008.
- [2]. TORI, R. A presença das tecnologias interativas na Educação. Revista de Computação e Tecnologia da PUC/SP — Departamento de Computação/FCET/PUC-SP.
- [3]. STEUER, J. Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 1992.
- [4]. PADOVANI, S. Usabilidade de sistemas de navegação em hipermídia. 3o Congresso Nacional de Ambientes Hipermídia para Aprendizagem, 2008.
- [5]. LÉVY, P. *Cibercultura*. 2 ed. São Paulo: Editora 34, 2000.
- [6]. FILATRO, A. *Design instrucional na prática*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008.
- [7]. Vicon. [online] <http://vicon.com/> (Acessado em 14 Agosto 2014)
- [8]. Kerlow, I. V. - *The Art of 3D Computer Animation and Effects* (fourth edition), 2009.
- [9]. Rosa, João Felipe Dalla. Trabalho apresentando no curso de Design da UFSC. 2013