

# Desenvolvimento de Jogos em Ambiente de Realidade Aumentada

EZEQUIEL ROBERTO ZORZAL<sup>1</sup>  
ARTHUR AUGUSTO BASTOS BUCCIOLI<sup>1</sup>  
CLAUDIO KIRNER<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário Adventista de São Paulo - UNASP  
{ezorzal,arthurbuccioli}@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP  
ckirner@unimep.br

---

## Resumo

*Este trabalho discute o emprego da tecnologia de Realidade Aumentada no desenvolvimento de jogos, mostrando que é possível, através de um software específico, criar jogos com ambientes de maior interatividade, proporcionando uma experiência motivadora ao usuário.*

**Palavras Chave:** *Realidade Aumentada, Desenvolvimento de Jogos*

---

## 1 Introdução

Os jogos podem ser utilizados para diversas finalidades como, por exemplo, na educação, no tratamento psicológico, treinamento e entretenimento. Dentre essas áreas, a que mais se destaca é a de entretenimento.

Os jogos podem ser apresentados em diversas maneiras, tais como no papel, verbal, manual ou eletrônico. Os jogos no papel, verbal e manual, não necessariamente necessitam de dispositivos tecnológicos para sua execução, fazendo com que o usuário vivencie um processo de interação natural. No entanto, os jogos eletrônicos permitem que os usuários passem por situações diversas em um mundo virtual, ultrapassando os limites da lógica e da imaginação, utilizando as mãos diretamente ou através de dispositivos especiais para apoiar a interação. A principal deficiência dos jogos eletrônicos convencionais é a necessidade de adaptação aos dispositivos de interface não naturais.

Com o avanço tecnológico, através de técnicas de Realidade Aumentada, tornou-se possível unir o mundo virtual ao real, proporcionando ao usuário, uma experiência natural, agradável e motivadora com o ambiente.

A Realidade Aumentada combina o ambiente real com objetos virtuais produzidos por computador, gerando um único ambiente sobreposto ao ambiente físico disposto na frente do usuário, visualizados diretamente no capacete ou indiretamente no monitor, por exemplo.

Além disso, o usuário, utilizando as mãos, consegue manipular os objetos reais e virtuais do ambiente misturado, sem a necessidade de equipamentos especiais, tais como: joystick, teclado e mouse.

Desta maneira, este trabalho apresenta uma visão de jogos construídos em ambiente de Realidade Aumentada e alguns exemplos desenvolvidos, para ressaltar seu potencial de utilização e demonstrar as vantagens dessa tecnologia.

Assim, a seção 2 apresenta o conceito de Realidade Aumentada e suas características. A seção 3 descreve o ARToolKit [1], que é um software desenvolvido para realizar aplicações de Realidade Aumentada. A seção 4 apresenta o estado da arte em jogos com Realidade Aumentada. A seção 5 apresenta alguns jogos desenvolvidos em ambiente de Realidade

Aumentada e, finalmente, na seção 6, são apresentadas as conclusões do trabalho.

## 2 Realidade Aumentada

Realidade Aumentada é definida usualmente como a sobreposição de objetos virtuais tridimensionais, gerados por computador, com um ambiente real, por meio de algum dispositivo tecnológico [2]. Entretanto, esta conceituação é muito geral e só fica clara com sua inserção em um contexto mais amplo: o da Realidade Misturada.

A Realidade Misturada [3] [2], misturando o real com o virtual, abrange duas possibilidades: a Realidade Aumentada, cujo ambiente predominante é o mundo real, e a Virtualidade Aumentada, cujo ambiente predominante é o mundo virtual. Pode-se dizer, então, que a Realidade Aumentada é uma particularização da Realidade Misturada. A figura 1 apresenta o diagrama adaptado de realidade/virtualidade contínua, mostrando as possibilidades gradativas de sobreposição do real com o virtual e vice-versa.



Figura 1 – Diagrama adaptado de Realidade/Virtualidade contínua [2].

A Realidade Aumentada proporciona ao usuário uma interação segura, sem necessidade de treinamento, uma vez que ele pode trazer para o seu ambiente real objetos virtuais, incrementando e aumentando a visão que ele tem do mundo real. Isto é obtido, através de técnicas de visão computacional e de computação gráfica/realidade virtual, resultando na sobreposição de objetos virtuais com o mundo real [4] [5] [6] [7] [3].

Além de permitir que objetos virtuais possam ser introduzidos em ambientes reais, a Realidade Aumentada proporciona também, ao

usuário, o manuseio desses objetos com as próprias mãos, possibilitando uma interação atrativa e motivadora com o ambiente [8] [9] [3] [10].

No entanto, para que os objetos virtuais façam parte do ambiente real e sejam manuseados, deve-se utilizar um software com capacidade de visão do ambiente real e de posicionamento dos objetos virtuais, além de acionar dispositivos tecnológicos apropriados para Realidade Aumentada.

Apesar de grande parte dos dispositivos utilizados em um ambiente de Realidade Virtual poderem ser utilizados em ambientes de Realidade Aumentada, existem casos, onde é necessário que haja algumas adaptações. Por conseguinte, as principais diferenças encontradas entre esses dispositivos tecnológicos estão situadas nos displays e rastreadores [11].

Existem várias maneiras de desenvolver uma aplicação de Realidade Aumentada. Uma das mais simples é composta por um microcomputador com uma webcam instalada.

Para que se possa misturar o ambiente real ao virtual, um software específico, um software de Realidade Aumentada captura as imagens do ambiente real, através de uma webcam, e as processa para fazer a sobreposição dos objetos virtuais no cenário real. Além disso, o software também gerencia interações dos objetos virtuais e seu posicionamento em tempo real, fazendo com que o usuário tenha a impressão de um ambiente unificado. A figura 2 mostra o modelo desse método, denominado visão por vídeo baseada em monitor e webcam.

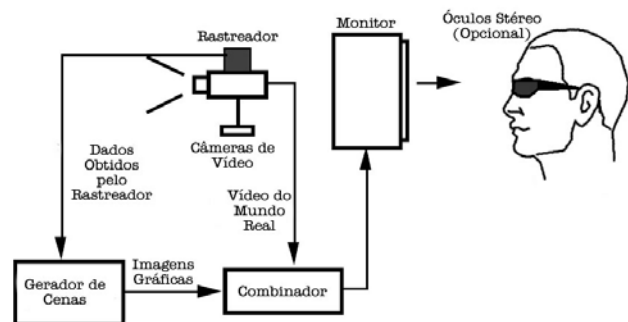


Figura 2 – Método de visão por vídeo baseada em monitor e webcam [12].

### 3 O Software ARToolkit

*ARToolkit* [1] é um *software* apropriado para o desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada, operando através de técnicas de visão computacional, processamento de imagens e posicionamento espacial.

No entanto, as maiores dificuldades que ocorrem no desenvolvimento das aplicações de Realidade Aumentada, estão em executar em tempo real uma série de atividades, envolvendo: rastreamento de objetos reais, calibração e posicionamento de objetos virtuais, combinação dos dois ambientes e realização de interação com objetos virtuais. Nesse contexto, através de técnicas de visão computacional, o *software ARToolkit* permite rapidamente rastrear e calcular a posição de suas placas de referência (marcadores), em relação à câmera, possibilitando a inserção de objetos virtuais sobre elas e permitindo o seu manuseio com as mãos, movimentando junto os objetos virtuais associados.

Para que isso ocorra, o *ARToolkit*, primeiramente transforma a imagem de vídeo capturada pela câmera em uma imagem com valores binários (em Preto & Branco) para, em

seguida examinar essa imagem, procurando encontrar regiões quadradas. Então, o *ARToolkit* examina as imagens no interior dos quadrados (símbolo equivalente a código de barras), comparando-os com símbolos pré cadastrados.

Por conseguinte, se existir alguma similaridade entre símbolos capturados com símbolos pré-cadastrados, o *ARToolkit* considera que encontrou um dos marcadores de referência. Então, o *ARToolkit* usa o tamanho conhecido do quadrado e a orientação do padrão encontrado para calcular a posição real da câmera em relação a posição real do marcador. Uma matriz 3x4 conterá as coordenadas reais da câmera em relação ao marcador [13]. Esta matriz é usada para calcular a posição das coordenadas da câmera virtual. Se as coordenadas virtuais e reais da câmera forem as mesmas, o objeto virtual pode ser desenhado precisamente sobre o marcador real.

A figura 3 apresenta a estrutura do software ARToolkit.

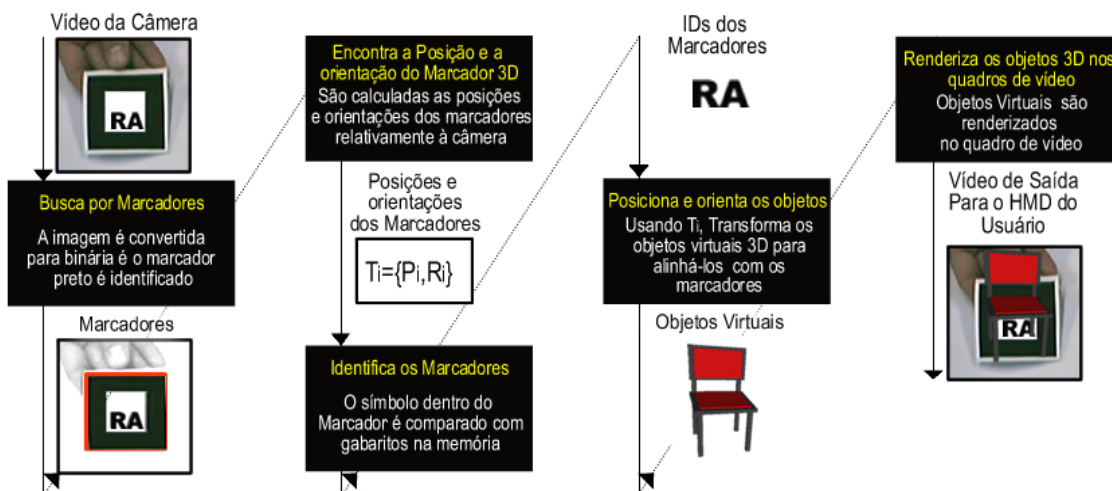


Figura 3 – Diagrama de funcionamento do ARToolkit [14].

#### 4 Estado da Arte em Jogos com Realidade Aumentada

A comunidade internacional e brasileira de realidade aumentada já vem desenvolvendo jogos tanto para entretenimento quanto para aplicações educacionais. Alguns desses trabalhos são descritos a seguir.

##### 4.1 Quebra-cabeça utilizando Realidade Aumentada

Consiste de um quebra-cabeça convencional de papel, contendo um desenho em sua face e um marcador impresso do lado oposto [15].

Esse jogo permite que o usuário monte o quebra-cabeça convencional 2D e, ao virá-lo, possibilita visualizar o objeto virtual correspondente em 3D animado ou não, proporcionando um aumento de visão e motivação do usuário com o jogo.

##### 4.2 Cubos Mágicos

Os cubos mágicos [10][16][17][18] são compostos por vários cubos de madeira ou plástico interligados, permitindo seu manuseio e interação. Cada face é composta por um marcador, que, ao entrar no campo de visão da webcam ou capacete, gera uma cena virtual e seu respectivo som correspondente. Assim o usuário pode assistir a história bíblica da Arca de Noé, ouvir o som referente e interagir com os cubos, dando prosseguimento à história.

A figura 4 apresenta o ambiente dos cubos mágicos.

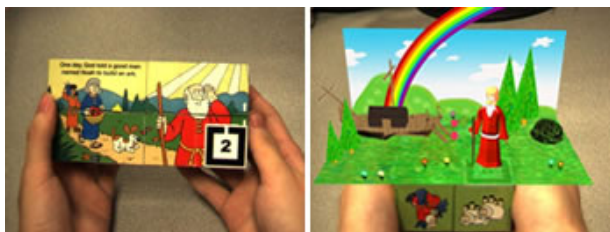


Figura 4 – Cubos Mágicos [10][16][17][18].

##### 4.3 Human Pacman

Essa aplicação é baseada no popular jogo pacman para Arcade, consistindo num sistema

móvel voltado para estimular a percepção dos usuários.

Utilizando técnicas de Realidade Aumentada, o jogo possibilita que o usuário agrupe os dois mundos, real e virtual, de maneira que o personagem no jogo se sobressaia no mundo real.

Os jogadores interagem de diversas maneiras, movendo-se ao redor de uma área e executando tarefas para alcançar seus objetivos. O usuário deve seguir seu oponente virtual até alcançá-lo, fazendo com que ele abandone o jogo.

Esse jogo permite a interação face-a-face, aumentando sua percepção e imersão, incorporando elementos imaginários no ambiente do jogo.

A figura 5 mostra o ambiente do jogo pacman.

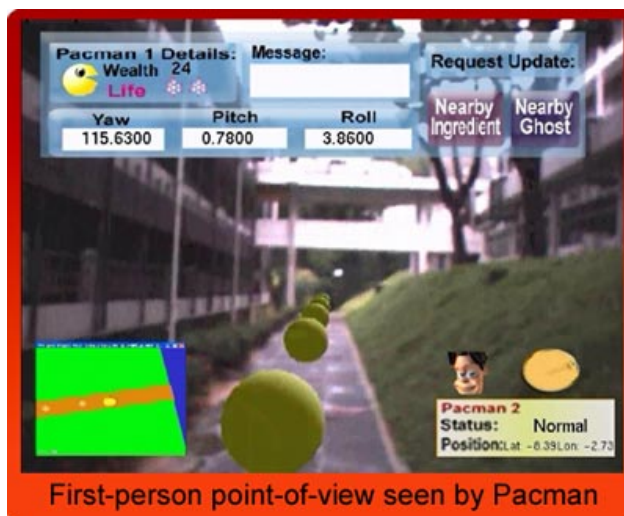


Figura 5. Ambiente do jogo pacman [19][20].

##### 4.3 3D Live Magic Land

Este sistema [21] é baseado na reconstrução de pessoas em tempo real, permitindo a interação com elas em ambientes de Realidade Aumentada. Isso é feito em algumas etapas. Primeiramente a pessoa a ser reconstruída entra na sala de captura. Esta sala contém câmeras posicionadas estrategicamente e um botão que inicia o processo de captura 3D. O usuário aperta o botão e imediatamente ele é capturado e gravado em tempo real, incluindo suas formas e

movimentos. Do lado de fora da sala, outras pessoas podem visualizá-lo, como objeto reconstruído em 3D, fazendo com que fiquem interessados e motivados ante a perspectiva de também participarem do processo.

Após o participante ser capturado e gravado, ele sai da sala e então, pode criar sua história, escolhendo personagens virtuais e reais já capturados para interagirem.

O participante inclusive pode escolher e visualizar uma versão de si mesmo em miniatura já capturada. Isso é feito numa mesa de seleção tridimensional onde o participante utiliza copos mágicos para escolher seus personagens.

Além do capacete do participante, existe também uma projeção em tamanho ampliado numa parede, reproduzindo o que ele está vendo, para que as outras pessoas possam facilmente entender o funcionamento do sistema, mesmo antes de o utilizarem.

Após escolher os personagens, algumas interações podem acontecer, de acordo com a natureza dos personagens escolhidos. Por exemplo, ao aproximar-se uma pessoa de um dragão, ele cuspirá fogo, emitindo o som característico.

O sistema conta com 5 copos mágicos no total, possibilitando a criação de histórias interativas com vários participantes.

Por trás dessa interface amigável, o sistema conta com uma estrutura bem definida para realizar o processamento, dividindo as tarefas em módulos, e cada módulo tendo seu próprio servidor. Essa arquitetura proporciona um ótimo desempenho geral do sistema, evitando problemas de lentidão e falhas por sobrecarga de processamento. A figura 6 apresenta o ambiente dessa aplicação.

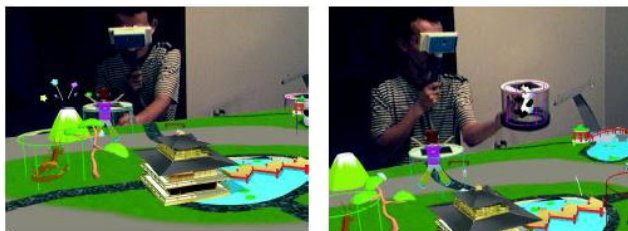


Figura 6 – 3D Live Magic Land [21].

#### 4.4 Jogo da memória utilizando Realidade Aumentada

Foi construído um jogo de memória com elementos virtuais em 3D, utilizando placas com alguns identificadores [22]. O usuário tenta adivinhar qual são as placas que formam o par, quando viradas dentro do campo de visão da câmera. O software ARToolKit [1] foi utilizado, sendo responsável pela geração das respectivas imagens virtuais e pela sua sobreposição no ambiente real.

Neste caso, a Realidade Aumentada permite enriquecer o ambiente do jogo de memória, proporcionando uma atratividade ao usuário.

A figura 7 apresenta o cenário do jogo de memória desenvolvido em ambiente de Realidade Aumentada.



Figura 7 – Ambiente do jogo de memória [22].

#### 5 Desenvolvimento de Jogos com Realidade Aumentada

A tecnologia de Realidade Aumentada permite o desenvolvimento de ambientes interativos com grande capacidade de motivação.

Desta maneira, essa seção apresenta alguns jogos desenvolvidos pelos autores, utilizando esta tecnologia.

##### 5.1 Quebra cabeça 3D

Foi construído um quebra cabeça virtual, utilizando cubos como peças do jogo. Cada cubo contém seis símbolos distintos que correspondem a uma mesma peça virtual, porém, cadastrada em diferentes ângulos e/ou posições.

O usuário deve achar as combinações corretas de todos os cubos para formar o quebra cabeça espacial.

Essa gama de possibilidades torna o jogo mais complexo e atrativo, estimulando a capacidade de percepção e raciocínio espacial do usuário.

A figura 8 apresenta o ambiente do quebra cabeça 3D.

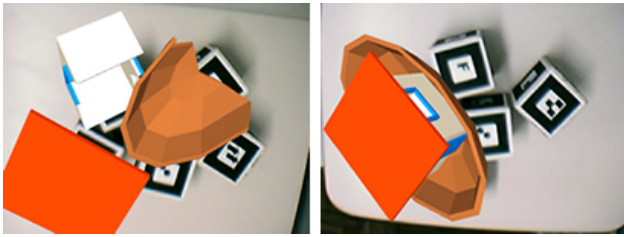


Figura 8 – Ambiente do quebra-cabeça 3D.

### 5.2 Jogo da velha colaborativo

Nesse caso, foi desenvolvido um jogo da velha em ambiente de Realidade Aumentada utilizando dois computadores remotos.

Na implementação, a comunicação em rede baseou-se em sockets. Paralelamente, o ARToolKit [1] foi utilizado para gerar todo ambiente do jogo e permitir o compartilhamento

do ambiente físico dos usuários, de forma que todos pudessem trabalhar no mesmo espaço.

O funcionamento do jogo da velha virtual é similar ao jogo convencional. Um dos participantes cria o tabuleiro virtual, que fica disponibilizado para o outro participante remoto, e o jogo se inicia. Os participantes seguem colocando suas peças até que um deles forme uma seqüência de três símbolos adjacentes na horizontal, vertical ou diagonal.

Quando isso acontece, o participante utiliza-se de uma régua virtual indicando sua vitória.

Este jogo proporciona uma interação não apenas virtual, mas também humana, visto que os participantes podem jogar com oponentes humanos, sem a interferência do computador. Existe a possibilidade do computador participar do processo, ajudando a identificar ganhadores e estabelecendo quem joga.

Assim, este tipo de jogo permite que seu usuário estabeleça oportunidades de encontrar soluções e interagir com outros usuários, possibilitando então o processo de atividades colaborativas e ampliando estratégias coletivas.

A figura 9 demonstra a estrutura e ambiente do jogo da velha colaborativo.

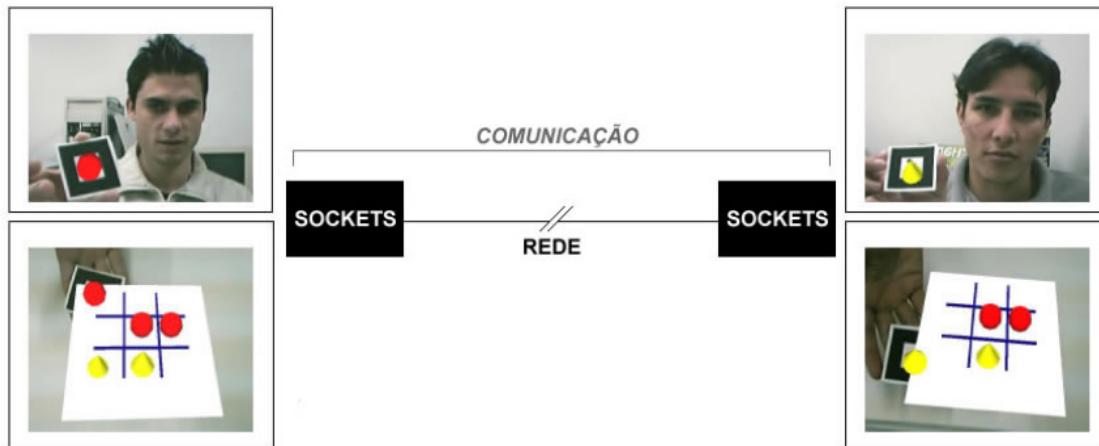


Figura 9 – Estrutura do jogo da velha colaborativo.

### 5.3 Jogo de Palavras

Nessa aplicação, foi utilizado o software ARToolKit [1] para sobrepor e ajustar os objetos virtuais no cenário, com auxílio de placas contendo os símbolos do alfabeto. Assim, ao montar uma palavra com as placas no campo de visão da webcam, o objeto virtual correspondente aparece sobreposto a ela, permitindo a visualização e movimentação desses objetos dentro do mundo real.

No entanto, essas placas e seus respectivos objetos virtuais devem estar devidamente cadastrados no seu banco de dados.

Esse jogo incentiva o usuário a interagir e criar soluções diante de um ambiente agradável e motivador.

A figura 10 mostra algumas placas utilizadas como peças para criação das palavras no jogo e o cenário do jogo de palavras desenvolvido em ambiente de Realidade Aumentada

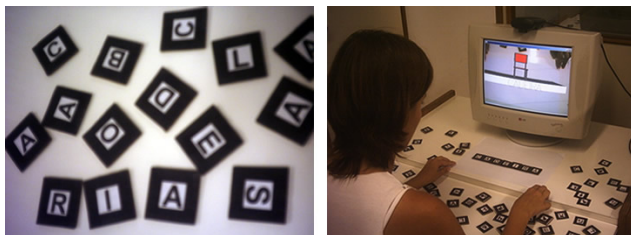


Figura 10 – Placas utilizadas e o cenário do jogo de palavras.

### 5.4 Cubos Mágicos

Assim como foi apresentado na seção 4.2, também, foi desenvolvido um cubo mágico com aspectos pouco diferenciados.

Essa aplicação permite que o usuário assista a história bíblica de Davi e Golias em um ambiente 3D, podendo inclusive examinar todos os ângulos, escutar a narração e a fala dos personagens. Isso é conseguido através do posicionamento correto dos cubos.

Esse jogo desperta o interesse, já que além de assistir a história, o usuário pode interagir e se divertir com os cubos mágicos.

A figura 11 mostra o ambiente da aplicação dos cubos mágicos.

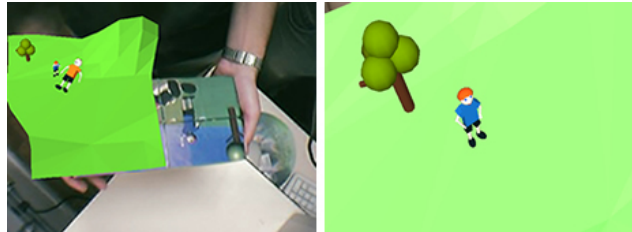


Figura 11 – Ambiente dos cubos mágicos.

## 6 Conclusões

A Realidade Aumentada contribui de maneira significativa na área de entretenimento, mais especificamente nos jogos, permitindo uma interação natural, de fácil adaptação e livre de dispositivos especiais.

Constata-se neste trabalho que, através das técnicas de Realidade Aumentada e a utilização de um software específico, é possível desenvolver jogos em ambientes tridimensionais enriquecidos e motivadores.

## 7 Referências

- [1] ARToolKit, ARToolKit. <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/> (08/03/2005).
- [2] Milgram, P. et al. *Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum, Telemultiplicador and Telepresence Technologies*, SPIE, V. 2351, p. 282-292, 1994.
- [3] Kirner, C. ; Tori, R. "Introdução à Realidade Virtual, Realidade Misturada e Hiper-realidade", In: Claudio Kirner; Romero Tori. (Ed.). *Realidade Virtual: Conceitos, Tecnologia e Tendências*. 1ed. São Paulo, v. 1, p. 3-20. 2004.
- [4] Azuma, R. T. *Tracking Requirements for Augmented Reality*, *Communications of the ACM*, 36(7):50-51, July 1993.

- [5] Bajura, M.; Neumann, U. "Dynamic Registration Correction in Video-Based Augmented Reality Systems" IEEE Computer Graphics & Applications, v.15, n.5. p.52-60. 1995.
- [6] Boman, D. K. *International Survey: Virtual Environment research*, IEEE Computer, 28(6):57-65. Junho. 1995.
- [7] Feiner, S. et al. Knowledge-Based *Augmented Reality*, Communications of the ACM, 36(7):52- 62. Julho. 1993.
- [8] Billinghamurst, M. et al. "The MagicBook - Moving Seamlessly between Reality and Virtuality", Computer Graphics and Applications, v. 21, n.3, p.2-4. 2001.
- [9] Santin, R. et al. "Ações interativas em Ambientes de Realidade Aumentada com ARToolKit", VII Symposium on Virtual Reality, SBC, p. 161-168. 2004.
- [10] Zhou, Z. et al. "Interactive Entertainment Systems Using Tangible Cubes", Australian Workshop on Interactive Entertainment, p. 19-22. 2004.
- [11] Azuma, R. T. et al. *Recent Advances in Augmented Reality*, IEEE Computer Graphics and Applications, v. 21, n. 6, p. 34-37, 2001.
- [12] Azuma, R. T. *A Survey of Augmented Reality, Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, v.6, n.4, p. 355-385.1997.
- [13] Kato, H.; Billinghamurst, M.; Poupyrev, I. (2000) "ARToolKit version 2.33 Manual", [http://www.hitl.washington.edu/research/shared\\_space/download/](http://www.hitl.washington.edu/research/shared_space/download/) (10/03/2005).
- [14] Consularo, L. A. et al. *Tutorial sobre ARToolKit*. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Metodista de Piracicaba. <http://www.consularo.com/ARToolkit/index.htm>. (13/05/2005).
- [15] Akagui, D. ; Kirner, C. *Desenvolvimento de Aplicações de Realidade Aumentada com ARToolKit*. I Workshop sobre Realidade Aumentada. Unimep. Piracicaba, SP; 2004.
- [16] Zhou, Z. et al. *An Interactive 3D Exploration Narrative for Storytelling*. IDC 2004, College Park, Maryland, USA, June, 2004.
- [17] Zhou, Z. et al. *3D Story Cube: An Interactive TUI for Storytelling with 3D Graphics and Audio*. Journal of Personal and Ubiquitous Computing. September, 2004.
- [18] Zhou, Z. et al. *Magic Cubes for Social and Physical Family Entertainment*. Human Interface Technology Laboratory. Departament of Electrical & Computer Engineering. National University of Singapore. Singapore. <http://www.techkwondo.com/external/pdf/reports/p1156.pdf>. (25/05/2005)
- [19] Cheok, A. D. et. al. *Human Pacman: A Mobile Entertainment System with Ubiquitous Computing and Tangible Interaction over a Wide Outdoor Area*. Fifth International Symposium on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services; Mobile HCI; 2003.
- [20] Cheok, A. D. et. al. *Human Pacman: A Sensing-based Mobile Entertainment System with Ubiquitous Computing and Tangible interaction*. NetGames, National University of Singapore. Department of Electrical and Computer Engineering; 2003.
- [21] Qui, et. al. *Magic land: live 3D human capture mixed reality interactive system*. Conference on Human Factors in Computing Systems. USA. 2005
- [22] Providelo, C. et al. *Ambiente Dedicado para Aplicações Educacionais Interativas com Realidade Misturada*. VII Symposium on Virtual Reality, SP – Brazil. October, 2004.