

ADOÇÃO DE UNITY 3D ENGINE E PLATAFORMA ARTOOLKIT NO DESENVOLVIMENTO DE JOGOS COM REALIDADE AUMENTADA

Pedro Luiz FOGANHOLI , Prof. MSc. Guilherme de Cleve FARTO

pedro.foganholi3@hotmail.com , guilherme.farto@gmail.com

Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis (IMESA)
Fundação Educacional do Município de Assis (FEMA) – Assis/SP (Brasil)

RESUMO: A Realidade Aumentada tem sido adotada em diferentes contextos e áreas da computação gráfica. Por meio da combinação do mundo real com o virtual, aplicações gráficas representam uma evolução nas abordagens de pesquisas, desenvolvimentos e aprendizado. Este trabalho objetiva investigar e relatar o contexto de computação gráfica, focando-se na Realidade Aumentada. Também são descritos os estudos conduzidos com as plataformas Unity 3D Engine e ARToolKit. Como resultados, as investigações realizadas contribuem como base para trabalhos futuros em aplicações mais complexas de computação gráfica com Realidade Aumentada, bem como Virtualidade Aumentada. Estudos de casos e uma biblioteca de apoio são compartilhadas como resultados deste projeto de iniciação científica.

PALAVRAS-CHAVE: Realidade Aumentada, ARToolkit, Unity 3D Engine, Simulação, Física

ABSTRACT: Augmented Reality has been adopted in different contexts and areas of computer graphics. By combining the real world with the virtual, graphical applications represent an evolution in research, development and learning approaches. This work aims to investigate and report the context of computer graphics, focusing on the Augmented Reality. Also describes the studies conducted with the Unity 3D Engine and ARToolKit platforms. As results, the investigations carried out contribute as a basis for future work in more complex applications of graphical computing with Augmented Reality as well as Augmented Virtuality. Case studies and a support library are shared as a result of this scientific initiation project.

KEYWORD: Augmented Reality, ARToolKit, Unity 3D Engine, Simulation, Physics

1. Introdução

A área de Computação Gráfica tem sido destacada pelo constante surgimento e crescimento de tecnologias relacionadas como, por exemplo, Realidade Aumentada e Virtualidade Aumentada.

Segundo ZORZAL et al., (2006), a Realidade Aumentada (em Inglês, *Augmented Reality*) tem se popularizado cada vez mais, principalmente pela utilização nos contextos de jogos, além de serem aplicadas em aplicações de computação gráfica. Seu uso também é explorado em dispositivos móveis baseados em *smartphones* e *tablets*.

Por meio da Realidade Aumentada (RA), pode-se conceber e modelar (*design*) ambientes e aplicações que auxiliam na construção de experiências mais interativas e personalizadas (SANTIN; KIRNER, 2008). Assim, apesar da RA ter sido, inicialmente, concebida para *marketing* e jogos, distintos contextos e cenários oportunizam sua adoção na educação e industrial, por meio de abordagens de aprendizagem e treinamento.

Abordagens amparadas pela Realidade Aumentada objetivam, entre outros fatores, facilitar e melhorar a interação do usuário com aplicações computacionais, ampliando os meios de como interações são realizadas com computadores e demais dispositivos (KIRNER, 2007). A aplicabilidade de Realidade Aumentada colabora com o aprendizado além da teoria, pois fornece uma experiência relativamente prática de determinado assunto explorado (RODRIGUES et al., 2010).

2. Objetivos

Os objetivos gerais deste projeto de iniciação científica são (i) o de investigar e relatar o contexto de computação gráfica, mais precisamente os fundamentos da Realidade Aumentada, bem como (ii) propor e integrar as plataformas Unity 3D Engine e ARToolKit no desenvolvimento de aplicações e interfaces baseadas em jogos.

Dessa forma, objetivos específicos foram definidos:

- Explorar os conceitos e fundamentos da computação gráfica, bem como da RA;
- Explorar as plataformas Unity 3D Engine e ARToolKit;
- Propor e implementar um conjunto de bibliotecas de exemplos com ARToolKit para jogos desenvolvidos em Unity 3D Engine;
- Relatar as experiências obtidas com a condução experimental e prática do projeto.

3. Metodologia

Inicialmente, uma revisão da literatura e investigação dos estudos existentes no contexto proposto foram realizadas, possibilitando uma visão ampla do que tem sido desenvolvido em trabalhos relacionados. Parte dos resultados obtidos desta revisão bibliográfica é relatada neste artigo final, com foco em Realidade Aumentada e nas plataformas utilizadas de maneira prática.

Para alcançar os objetivos definidos neste projeto, as plataformas ARToolKit e Unity 3D Engine foram aplicadas de maneira experimental, utilizando-as no desenvolvimento de exemplos e uma biblioteca de estudo para trabalhos futuros.

4. Revisão da Literatura

4.1. Computação Gráfica

A Computação Gráfica (CG) é uma área da Ciência da Computação que se dedica ao estudo e desenvolvimento de técnicas e algoritmos para a geração de imagens por meio de computadores. Atualmente, a CG está presente em quase todas as áreas do conhecimento humano, desde o projeto de um novo modelo de automóvel até o desenvolvimento de ferramentas de entretenimento, entre as quais os jogos eletrônicos (MANSSOUR; COHEN, 2006).

4.2. Realidade Aumentada

É uma tecnologia que combina elementos do mundo real com elementos virtuais em 3D, permitindo uma interatividade entre os objetos virtuais e reais em tempo real. Tem como princípio a detecção de marcadores e a sobreposição de objetos alinhados a eles, que podem ser textos, imagens ou objetos 3D.

A Realidade Aumentada mantém o usuário no seu ambiente físico e transporta o ambiente virtual para o espaço do usuário, permitindo a interação com o mundo virtual, de maneira mais natural e sem a necessidade de treinamento e/ou adaptação (TORI; KIRNER, 2006).

Os sistemas de RA podem ser classificados de acordo com o tipo de display utilizado na exibição dos elementos virtuais (AZUMA, 1997). Existem quatro métodos para a sua construção: (i) óptico direta, (ii) óptico por projeção, (iii) por vídeo e (iv) por monitores. Todos têm como finalidade a combinação dos ambientes reais com os ambientes virtuais.

É importante mencionar que a RA tem sido adotada em distintos contextos como (i) medicina, para simulação de cirurgias, diagnósticos e treinamentos (ROMANO, 2010), (ii) desenvolvimento de jogos aplicados à educação e entretenimento (WANDERLEY et al., 2011) e (iii) experiências de *marketing* para demonstração de produtos com interação (MOREIRA, 2012).

Ainda assim, a tecnologia deve ser mais acessível e mais simples de ser implementada, expandido seu uso e relevância na computação (MARTINS; GUIMARÃES, 2012).

4.2.1. Sistema de visão óptica direta

Funciona por meio de óculos ou capacetes que permitem o recebimento direto de projeções de imagens ou objetos virtuais ajustadas com o ambiente real, gerados com o uso de aplicações computacionais. Na Figura 1 é apresentado um exemplo baseado em sistema de visão óptica direta.



Figura 1. Capacete *Optical See-Through* HMD (Fonte: AZUMA, 1997)

4.2.2. Sistema de visão óptica por projeção

Utiliza superfícies do ambiente real, onde são projetadas imagens dos objetos virtuais, cujo conjunto é apresentado ao usuário que o visualiza sem a necessidade de nenhum equipamento auxiliar. Tal sistema é muito restrito às condições do espaço real, em função da necessidade de superfícies de projeção. Na Figura 2 é apresentado um exemplo baseado em sistema de visão óptica por projeção.

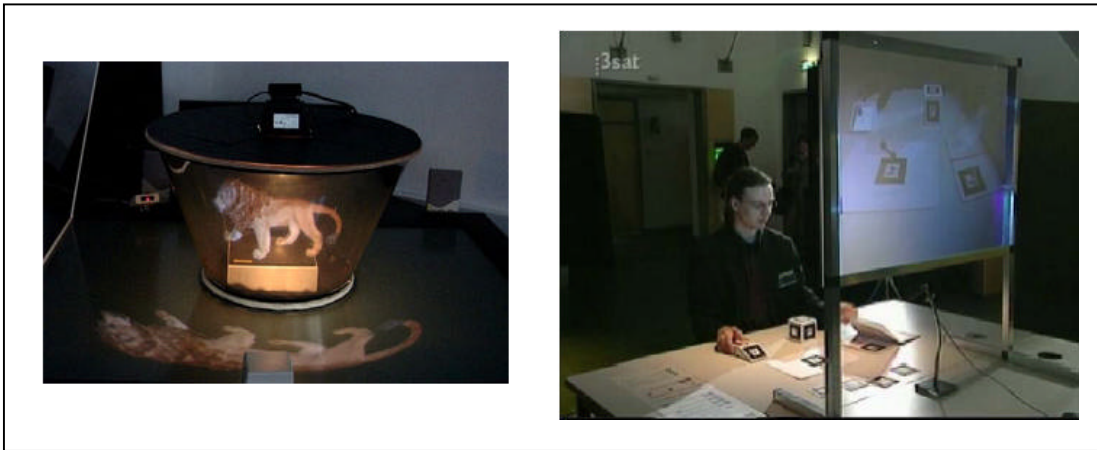


Figura 2. Sistema de visão por projeção (Fonte: FILIPPO, 2005)

4.2.3. Sistema de visão por vídeo

Faz a utilização de capacetes ou óculos com microcâmeras de vídeo acopladas, representando a função dos olhos do usuário. A cena real, capturada pela microcâmera, é misturada com os elementos virtuais gerados por computador e apresentadas diretamente nos olhos do usuário, por meio de pequenos monitores montados no capacete ou óculos. Na Figura 3 é apresentado um exemplo baseado em sistema de visão óptica por vídeo.



Figura 3. Capacete *Video See-Through* HMD (Fonte: AZUMA, 1997)

4.2.4. Sistema de visão por monitores

Muito parecido com o sistema de visão por vídeo, porém sua diferença se deve ao fato de que, utilizando uma câmera para capturar o ambiente, a cena real é misturada com os objetos virtuais gerados por computador e apresentada em um monitor. O ponto de vista do usuário normalmente é fixo e depende do posicionamento da câmera. Na Figura 4 é apresentado um exemplo baseado em sistema de visão óptica por monitores.



Figura 4. Sistema de visão por monitores (Fonte: AZUMA, 1997)

4.2.5. Marcadores (*Markers*)

São objetos reais que servem de referência para que o software identifique e calcule sua posição por meio de técnicas de visão computacional. Cada cartão terá um marcador (em Inglês, *marker*) e este não pode ser igual a nenhum outro. Por padrão, a representação deve ser nas cores preto e branco, com bordas pretas e um símbolo no centro, podendo, inclusive, ser composto por distintos caracteres e/ou formas geométricas.

É possível projetar (*design*) um novo marcador, editando um modelo fornecido pela distribuição ARToolkit, plataforma descrita na Seção 4.3, ou até mesmo criar um marcador, de qualquer tamanho, porém seguindo uma padronização estabelecida.

Existem ferramentas que simplificam a criação de marcadores customizados, contendo imagens ou figuras predeterminadas pelo programador. Dentre tais ferramentas, destacam-se: *ARToolkit Marker Generator Online* e *FlarToolKit*.

4.3. Plataforma ARToolKit

ARToolKit é um software desenvolvido por Hirozaku Kato da Universidade de Osaka, no Japão, e é apoiado pelo *Human Interface Technology Laboratory* (HITLab) da Universidade de Washington e pelo *HITLab* NZ da Universidade de Canterbury, Nova Zelândia (SILVA, 2006). É uma biblioteca baseada nas linguagens de programação C e C++, multiplataforma e de código aberto que permite que programadores desenvolvam aplicações de realidade aumentada (ARTOOLKIT, 2016).

O código fonte do projeto ARToolKit está hospedado no *GitHub* para as plataformas Mac OS X, Windows, Linux, Android e iOS. Também pode ser utilizado em conjunto com o Unity 3D Engine por meio de um *plugin* (ARTOOLKIT, 2016). Por meio de marcadores,

utiliza técnicas de visão computacional para calcular a posição da câmera real e sua orientação em relação aos marcadores. Na Figura 5 é apresentada uma representação da arquitetura e funcionamento da plataforma ARToolKit.

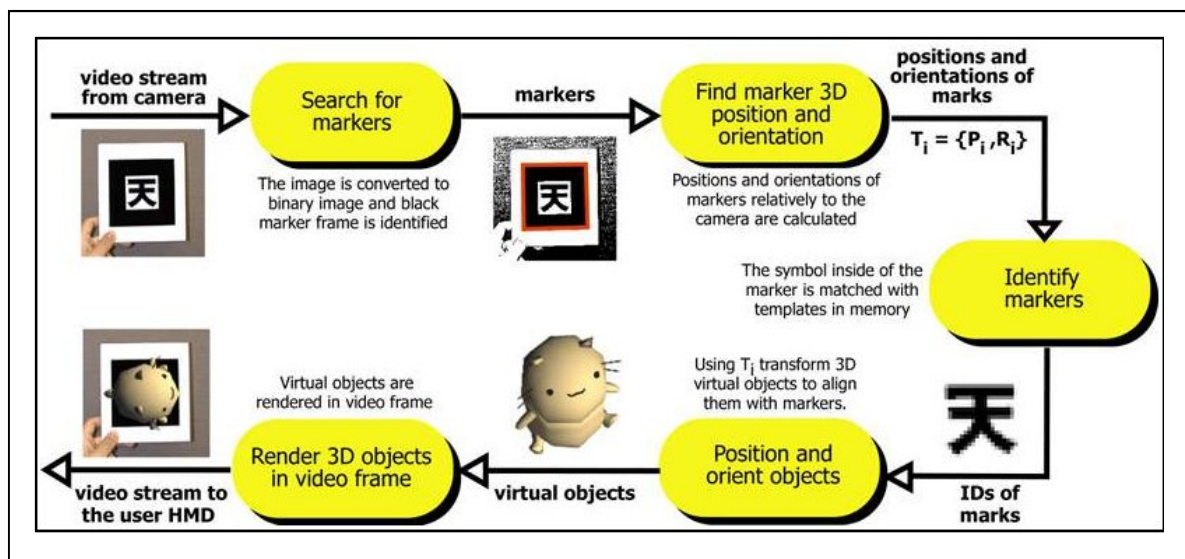


Figura 5. Arquitetura da plataforma ARToolKit (ARTOOLKIT, 2016)

4.4. Plataforma Unity 3D Engine

A plataforma Unity 3D Engine é um motor de jogos multiplataforma, criada pela *Unity Technologies*. Auxilia na prototipação e no desenvolvimento de jogos e aplicativos para diferentes propósitos e plataformas de computação gráfica. Aceita, como linguagens de programação, o *Javascript*, *C#* e *boo script* (NAGAOKA, 2013). O Unity 3D Engine possui quatro principais versões: (i) a versão comercial *Unity Pro*, (ii) *Unity Plus*, (iii) *Unity Enterprise* e (iv) a versão gratuita, *Unity Personal*, que contém apenas as funcionalidades básicas.

O Unity 3D Engine é apropriado para todos os tipos de desenvolvedores, desde grandes e pequenas empresas, profissionais independentes e estudantes. Muitas empresas multinacionais utilizam a Unity 3D Engine no desenvolvimento de seus projetos. Dentre elas, destacam-se as empresas *Cartoon Network*, *Ubisoft*, *Disney* e *Electronic Arts* (NAGAOKA, 2013).

A Unity 3D Engine possui distintos recursos essenciais para aplicações gráficas e jogos como, por exemplo, biblioteca de física, detector de colisão e ferramentas para animação. Também é adotada no desenvolvimento de jogos 2D, com o auxílio de *plugins* e *frameworks* específicos.

5. Desenvolvimento

Após as investigações e revisões da literatura, maior ênfase foi direcionada ao desenvolvimento da proposta deste projeto de pesquisa. Dessa forma, as plataformas ARToolKit e Unity 3D Engine foram avaliadas e experimentadas de maneira prática.

A SDK, ou *kit* de desenvolvimento, da plataforma ARToolKit foi analisada, possibilitando a construção de exemplos com Realidade Aumentada junto ao motor de desenvolvimento Unity 3D Engine.

Utilizou-se a ferramenta “mk_patt”, disponibilizada na SDK do ARToolKit, para a confecção de marcadores customizados de Realidade Aumentada. Na Figura 6 são apresentados três marcadores elaborados pelos autores para a utilização no projeto com Unity 3D Engine e ARToolKit.

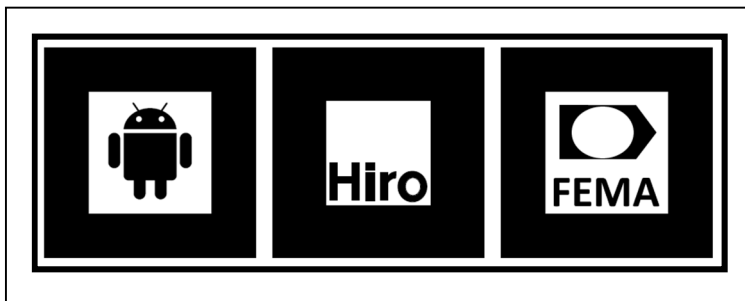


Figura 6. Marcadores customizados com ferramenta “mk_patt”

Após a definição dos marcadores customizados, a implementação nas plataformas ARToolKit e Unity 3D Engine pode ser realizada para realizar a identificação e a geração de objetos 3D, como apresentado na Figura 7.

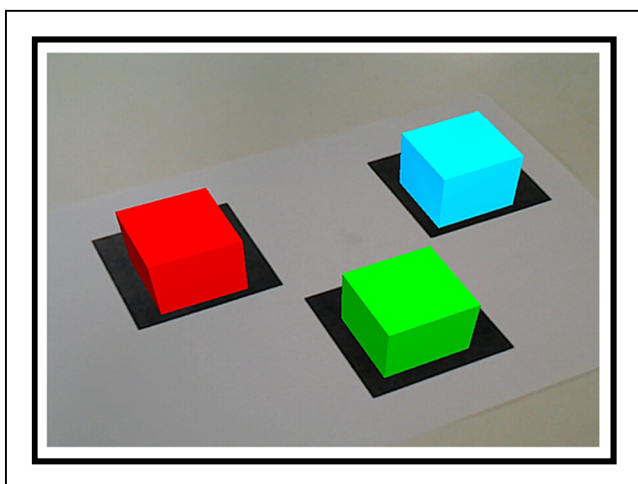


Figura 7. Identificação e geração de objetos 3D com marcadores customizados

Como apresentado na Figura 6, os marcadores customizados são gráficos de duas dimensões, em preto e branco, que possibilitam a fácil identificação em uma aplicação gráfica. Também se pode modelar (*design*) multimarcadores, criando uma relação entre N marcadores customizados. Para isto, a plataforma de desenvolvimento da computação gráfica, neste trabalho o Unity 3D Engine, deve efetuar cálculos não somente de reconhecimento do padrão, como de ângulos e orientação (direção) entre marcados.

A Figura 8 apresenta um estudo de caso implementado com multimarcadores.

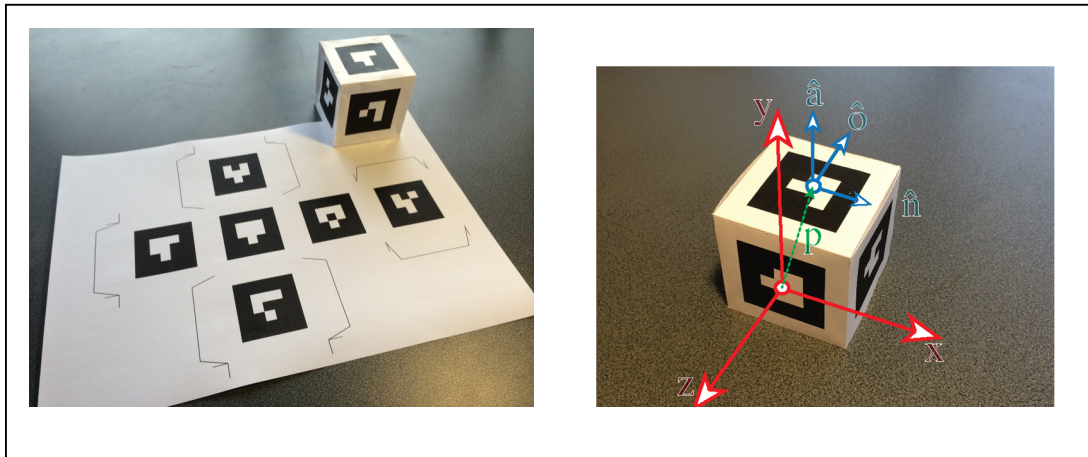


Figura 8. Multimarcadores e reconhecimento de ângulos e orientação

A plataforma Unity 3D Engine foi utilizada na construção dos objetos 3D, por meio dos recursos nativos de computação gráfica com OpenGL e OpenGL 3D. Uma interface externa de câmera é adotada para realizar o reconhecimento e captura das imagens em tempo real, possibilitando a geração do objeto 3D em relação à posição, ângulo e orientação, ou direção, dos marcadores.

6. Resultados

Além da implementação simplificada com os marcadores customizados e a identificação de objetos 3D, o desenvolvimento desta pesquisa científica contribui com uma biblioteca de exemplos de Realidade Aumentada que pode ser aplicada em diferentes contextos e aplicações da computação gráfica.

A biblioteca de exemplos é parte dos resultados obtidos, cooperando com interações de Realidade Aumentada:

- (1) Reconhecimento de marcadores e uso de objetos 3D com Unity 3D Engine;
- (2) Persistência de objetos 3D após a identificação de marcadores (modo *off-line*);

- (3) Colisão entre objetos 3D em um contexto virtual (aplicação de conceitos de física computacional e de jogos);
- (4) Adoção de múltiplos marcadores na interação de um mesmo objeto 3D (alteração de propriedades e características de objetos 3D em tempo real).

O Apêndice A apresenta parte dos resultados que constituem a biblioteca de exemplos proposta e implementada nesta pesquisa.

Por fim, destaca-se que os resultados foram expostos durante o IX Fórum Científico na FEMA e durante a Feira de Profissões e Mostra de Software e Games, em Setembro/2016.

Limitações do trabalho:

- Uso exclusivo da plataforma ARToolKit: futuramente, explorar distintas plataformas como, por exemplo, AndAR, Vuforia, DroidAR, Metaio e demais.

7. Considerações Finais

Este projeto de iniciação científica resultou na revisão da literatura com base nos trabalhos relacionados do contexto de desenvolvimento de aplicações com os fundamentos de Realidade Aumentada. As plataformas ARToolKit e Unity 3D Engine foram exploradas de maneira experimental, contribuindo com a experiência nos autores no desenvolvimento e uso prático dos recursos de RA.

Como resultados, destaca-se a implementação e disponibilização de uma biblioteca de exemplos de RA para ARToolKit e Unity 3D Engine. Tal repositório de exemplos pode ser evoluído para incorporar novas funcionalidades, bem como adotado como base inicial para uso dos conceitos de realidade aumentada em jogos computacionais e demais aplicações da computação gráfica.

Dentre as funcionalidades e exemplos compartilhados, relatam-se modelos de implementação para: (i) reconhecimento de marcadores e uso de objetos 3D com Unity 3D Engine, (ii) persistência de objetos 3D após a identificação de marcadores (modo *off-line* de interação), (iii) colisão entre objetos 3D em um contexto virtual (aplicação de conceitos de física computacional e de jogos) e (iv) adoção de múltiplos marcadores na interação de um mesmo objeto 3D.

7.1. Trabalhos futuros

Como trabalhos futuros, distintos tópicos podem ser explorados. Os autores desta pesquisa sugerem, entre outras evoluções:

- Estudo comparativo de distintas plataformas de Realidade Aumentada;
- Desenvolvimento de Realidade Aumentada em dispositivos móveis;
- Adoção de tecnologia *no touch* para Realidade Aumentada com (i) Intel RealSense 3D Camera e (ii) Myo Gesture Control Armband (por Thalmic Labs).

Referências

ARTOOLKIT. **ARToolKit Documentation**. 2016. Disponível em: <<https://artoolkit.org/documentation/>>. Acesso em: 01/12/2016.

AZUMA, R. T. **A Survery of Augmented Reality**. UNC Chapel Hill, In Presence: Teleoperators and Visual Environments, 48p, 1997.

FILIPPO, D.; ENDLER, M.; FUKS, H. **Colaboração Móvel com Realidade Aumentada**, Ciência da Computação, Pontifícia Universidade Católica do Rio De Janeiro, Rio de Janeiro, 2005. Dissertação de graduação

KIRNER, C.; SISCOOTTO R. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações**. In: IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, 2007.

MANSSOUR, I. H.; COHEN, M. **Introdução à Computação Gráfica**. Rio Grande do Sul: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 25p, 2006.

MARTINS, V. F.; GUIMARÃES, M. P. **Desafios para o uso de Realidade Virtual e Aumentada de maneira efetiva no ensino**. In: Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação, 2012.

MOREIRA, J. P. A. **Realidade Virtual e Aumentada Aplicada em Marketing**. (Monografia). Universidade Estadual de Goiás, 2012.

NAGAOKA, T. T. **Desenvolvimento de um jogo integrado à rede social Facebook**. Trabalho de Conclusão de Curso, São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Matemática e Estatística – USP, 60p, 2013.

RODRIGUES, C. S. C.; PINTO, R. A. M.; RODRIGUES, P. F. N. **Uma aplicação da realidade aumentada no ensino de modelagem dos sistemas estruturais**. In: Revista Brasileira de Computação Aplicada, v. 2, n. 2, p. 81-95, 2010.

ROMANO, S. M. V. **Realidade Aumentada Aplicada à Medicina**. Faculdade de Tecnologia de São Vicente (FATEF), 2010.

SANTIN, R.; KIRNER, C. **Realidade Virtual e Aumentada: Uma Abordagem Tecnológica**. In: Capítulo “ARToolKit: conceitos e ferramenta de autoria colaborativa”. SBC, Porto Alegre, 2008.

SILVA, Réryka Rubia P. C. L. **Ambiente Colaborativo com Realidade Aumentada.** Mestrado em Ciência da Computação, Piracicaba: Faculdade de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, 125p, 2006.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOUTO, R. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada.** Porto Alegre: SBC, 422p, 2006.

WANDERLEY, A. J; MEDEIROS, A. F; SILVA, K. S; FILHO, M. F. S.
Aprendizagem Interativa: Uma Análise do Uso da Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Jogos Educacionais. Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), 2011.

ZORZAL, E. R.; BUCCIOLI, A. A. B.; KIRNER, C. **Usando Realidade Aumentada no desenvolvimento de quebra-cabeças educacionais.** In: SVR2006-VIII Symposium on Virtual Reality, 2006.

Apêndices

Apêndice A: Componentes da biblioteca de exemplos com ARToolKit e Unity 3D Engine

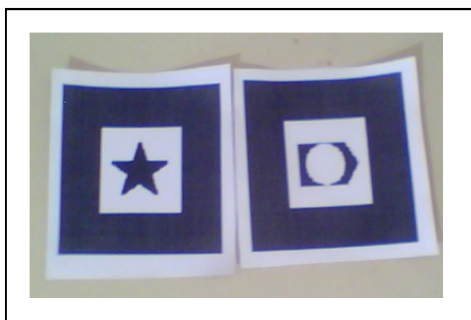


Figura 9. Marcadores customizados

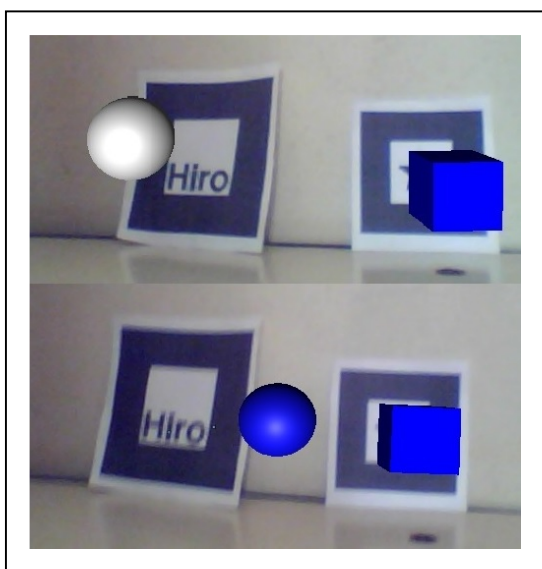


Figura 10. Colisão entre objetos 3D gerados com diferentes marcadores

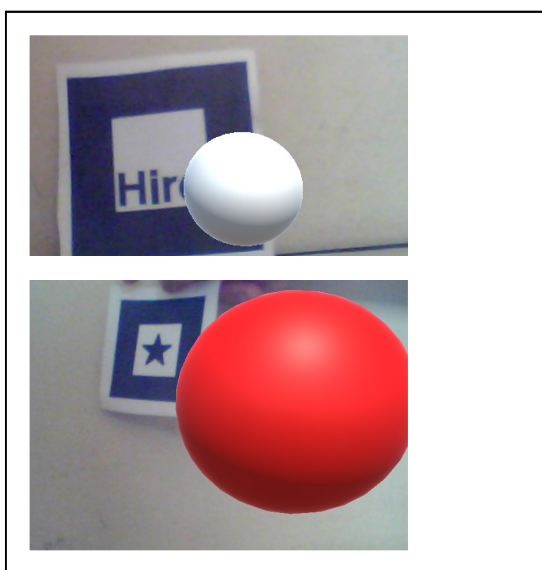


Figura 11. Modificação de propriedades e atributos de objetos 3D