

Colossus ARena: protótipo de game usando realidade aumentada

William Xavier de Almeida*
Roberson Junior Fernandes Alves**

Resumo

Recentes avanços em realidade virtual e interfaces interativas vêm provocando uma revolução no setor de desenvolvimento de jogos eletrônicos (*games*), embora algumas tecnologias novas ainda não foram exploradas por essa indústria. É o caso da realidade aumentada (RA), cujas características permitem um novo modelo de interação do jogador com a máquina, bem como uma jogabilidade diferenciada e mais intuitiva. O presente artigo mostra o processo de desenvolvimento do protótipo do game *Colossus ARena* – um jogo de tabuleiro virtual que faz uso da RA como modo de geração gráfica e interação – além de revisar a literatura técnica acerca dos temas envolvidos neste projeto. Palavras-chave: Jogos eletrônicos. Realidade aumentada. Computação gráfica. Engenharia de software.

1 INTRODUÇÃO

Anualmente, a indústria dos *games* movimenta bilhões de dólares em todo o mundo, e o Brasil, apesar de lento e com algumas dificuldades, começa a participar desse mercado altamente lucrativo. De acordo com Sartorelli (2009), o Brasil, em 2008, faturou R\$ 87,4 milhões (de um mercado mundial que movimenta anualmente cerca de US\$ 100 bilhões), contra R\$ 76,7 milhões em 2007, o que mostra que o mercado nacional está crescendo, apesar de várias limitações, como a pirataria. Além disso, em 2007, 28,77% do total de *games* produzidos no Brasil foi exportado, aumentando para 43,31% em 2008, percebendo-se uma tendência de produzir jogos para exportação.

Além de fonte de lazer e entretenimento, os jogos são também uma ferramenta capaz de ensinar, segundo Mattar (2010, p. 17), existindo inúmeras possibilidades para isso. Desse modo, podem se constituir em uma rica experiência audiovisual de entretenimento e desenvolvimento.

Recentes avanços em realidade virtual e interfaces interativas têm provocado uma revolução no setor, embora muitas tecnologias ainda não sejam exploradas pela indústria. É o caso da realidade aumentada, cujas características permitem um novo modelo de interação do jogador com a máquina, bem como uma jogabilidade diferenciada e mais intuitiva.

2 JOGOS ELETRÔNICOS (GAMES)

Para Aleixo, Borges e Cavalcanti (2009), um jogo, inserido no contexto lúdico, é “[...] uma atividade interativa e competitiva, regida por regras bem definidas, em que os jogadores podem interferir uns com os outros para, no fim, ter um resultado mensurável.” Correia Neto e Santos (2009, p. 1) afirmam que um *game* é, essencialmente, um *software* interativo que visa ao entretenimento de quem o utiliza, expondo o fator lúdico do jogo, que o caracteriza.

Para compreender o fenômeno cultural que são os *games*, é preciso entender sua origem e o modo como evoluíram.

* wxalmeida@gmail.com

** roberon.alves@unoesc.edu.br

2.1 HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DOS GAMES

De acordo com Merkel (2004, p. 21-22), o primeiro jogo eletrônico era para computador, o *Tic-Tac-Toe*, uma versão de jogo da velha, criado em 1952 por um PhD da Universidade de Cambridge, EUA. O *Tennis for Two*, primeiro *game* para uma plataforma diferente do computador foi criado seis anos mais tarde, no Laboratório Nacional de Brookhaven, EUA, como parte de pesquisas militares (BARROS, 2007, p. 13). Em 1962, um grupo de estudantes do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), liderados por Steve Russel, desenvolveu um jogo chamado de *Space War!*, que simulava uma batalha de naves espaciais, e que segundo Merkel (2004, p. 22), foi o primeiro jogo gráfico para computadores. Embora o esforço despendido e o custo tenham sido grandes, os criadores não o viam como uma oportunidade de negócios.

Foi apenas em 1972 que Russel fundou a *Atari Computers*, empresa de *videogames*, e lançou *Pong*, o primeiro jogo comercial em que há registro (MERKEL, 2004, p. 23).

De acordo com Barros (2007, p. 14-15) e Merkel (2004, p. 24), foi no fim da década de 1970 e começo da de 1980 que ocorreu a grande explosão comercial dos *games*, com sucessos como *Space Invaders* e *Donkey Kong*, além de *Pac-Man* e *Mario Bros.*, dois ícones mundiais da cultura *gamer*. No final dos anos 1980 e início dos 1990, surgiram *Tetris*, *Arkanoid*, *Sim City*, *Zelda*, *Sonic*, *Doom*, *Tomb Raider* e *Half-Life*, *games* icônicos de sucesso mundial. Foi também na década de 1990 que houve o aperfeiçoamento dos consoles de *videogames* e sua expansão.

Conforme Barros (2007, p. 16-17), a chegada do terceiro milênio trouxe uma grande melhoria aos consoles de *videogames*, agora superpotentes e capazes de gerar imagens de alto grau de realismo. Os anos 2000 marcaram a chegada do *Wii*, um console que responde aos movimentos do usuário, revolucionando o modo de interação jogador/*game*. A tendência para o futuro são os *games* que dispensam uso de controles e que por meio de câmeras captam os movimentos do jogador e os convertem para o jogo, utilizando-os como modo de interação, fazendo, portanto, uso do conceito de realidade aumentada. Um exemplo dessa tecnologia é o *Kinect*, da *Microsoft*. *Kinect* é considerado uma revolução no setor de *games*, e além do reconhecimento de imagens possui reconhecimento de sons (PRATA, 2009).

2.2 METODOLOGIAS E TÉCNICAS APLICADAS DE DESENVOLVIMENTO

De acordo com Correia Neto e Santos (2009, p. 1), um *game*, apesar de ser essencialmente uma aplicação interativa com o propósito de entreter o usuário, trata-se, antes de tudo, de um *software*, e desse modo, passa por fases de desenvolvimento até chegar ao produto final. Essas fases são muito parecidas com as de qualquer *software*, porém, com modificações, uma vez que *games* envolvem características subjetivas, especialmente em relação aos requisitos, enquanto que o modelo tradicional segue procedimentos rígidos. Essa adaptação, entretanto, gera confusão e problemas no processo de desenvolvimento de *games*.

O desenvolvimento de *games* de qualidade, assim como de *softwares* de qualidade, requer bons critérios na formação da equipe e adoção de metodologias sólidas e eficazes.

De acordo com Barros (2007, p. 30), Berthêm et al. (2007, p. 27) e Correia Neto e Santos (2009, p. 1), quanto à montagem de uma equipe, o desenvolvimento de jogos de sucesso comercial envolve equipes altamente qualificadas, essencialmente multidisciplinares e de tamanho razoável. Nada impede, porém, que *games* sejam desenvolvidos por pequenos grupos ou até mesmo por somente um desenvolvedor. Existem inúmeros casos de sucesso no cenário dito *indie*, e especialistas afirmam que os pequenos desenvolvedores estão mudando o panorama do desenvolvimento de *games* (BELLO, 2010). O Quadro 1 elenca um rol ideal de profissionais necessários para a criação de um *game* e suas atribuições no processo de desenvolvimento.

Profissional	Função
<i>Game designer</i> (Projetista de jogos)	Conceber o <i>game</i> , desenvolvendo ideias e conceitos do jogo como um todo, em todos os seus detalhes e especificações.
<i>Level designer</i> (Projetista de níveis/fases)	Elaborar as fases dos jogos, estruturando seus desafios e surpresas.
<i>Software planner</i> (Planejador de <i>software</i>)	Dividir o projeto do jogo elaborado pelo <i>game designer</i> em um conjunto de requisitos técnicos, além de estimar tempo e esforço para a implementação de tais requisitos.
<i>Lead architect</i> (Arquiteto-chefe)	Produzir um conjunto de especificações de módulos baseado nos requisitos técnicos identificados pelo <i>software planner</i> , sendo o responsável pela arquitetura geral do jogo, enquanto <i>software</i> .
<i>Project manager</i> (Gerente de projeto)	Produzir um planejamento eficiente e organizado por meio do balanceamento da carga de trabalho gerada pelo <i>software planner</i> e pelo <i>lead architect</i> , desenvolvendo um cronograma, cobrando e adaptando atividades e tarefas durante o processo de desenvolvimento.
Artista	Criar <i>layout</i> , personagens, cenários, objetos, texturas, ilustrações, animações, etc.
Músico/sonoplasta	Compor trilhas sonoras e produzir os efeitos sonoros do <i>game</i> .
Programador	Codificar o jogo, traduzindo a ideia deste em um programa de computador.
<i>Tester</i> (Testador)	Testar o jogo, procurando falhas e inconsistências.

Quadro 1: Profissionais envolvidos na produção de um *game* e suas funções
Fonte: adaptado de Berthêm et al. (2007, p. 27-28).

É razoável supor que a equipe descrita é suficiente para o desenvolvimento de um *game* de qualidade, entretanto, ela precisa estar alinhada a uma boa metodologia de desenvolvimento que contemple processos específicos para essa categoria de *software*.

Em relação às metodologias, existem diversas de engenharia de *software* adaptadas para o desenvolvimento de *games*. Segundo Barros (2007, p. 30), mudanças em relação às metodologias tradicionais são necessárias tanto pela multidisciplinaridade da equipe quanto pelo alto grau de dinamismo nos projetos de *games*.

Para Correia Neto e Santos (2009, p. 1), atualmente, o desenvolvimento de jogos eletrônicos segue padrões distintos, pois se faz necessário lidar com equipes heterogêneas e com projetos que muitas vezes possuem duração superior a alguns anos. Para amenizar essa falta de padrão, surge o conceito de *game design*.

Comparativamente aos modelos tradicionais de desenvolvimento, o *game design* nada mais é do que uma extração de requisitos bastante específica, como se percebe segundo Berthêm et al. (2007, p. 29):

O *game design* é o processo onde são descritas as características principais do jogo como jogabilidade [...], controles, interfaces, personagens, armas, golpes, inimigos, fases e todos os aspectos gerais do projeto. Durante essa fase, é elaborado o *design* document, um documento que descreve as características citadas anteriormente em detalhes. O *design* document funciona como um roteiro de cinema. Com base nessas informações, os artistas irão criar o visual e os programadores desenvolver a interatividade do produto.

Berthêm et al. (2007, p. 30-35) sugerem que o *game design* comece pela exploração da ideia do jogo, que pode vir de um *brainstorm*, por exemplo. Após essa fase, recomenda-se o desenho de alguns esboços e rascunhos do jogo, que exemplifiquem visualmente algumas das características, personagens, cenários e outros elementos do *game*. Em seguida, deve ser feito um detalhamento

deste, em termos de jogabilidade, ambientação, enredo, etc. Depois dessas fases, recomenda-se a produção do *game design document*, que deve conter todos os detalhes do *game*, como especificações técnicas de *hardware*, especificações do jogo (personagens, cenários, elementos, enredo, recursos, telas, etc.), dispositivos de entrada usados, descrição de *layout* gráfico, arte e detalhes de sonorização. O *game design document* pronto, deve servir como um guia para toda a equipe durante o processo de desenvolvimento.

3 REALIDADE AUMENTADA

Comumente abreviada por RA, a realidade aumentada pode ser definida como “[...] o enriquecimento do mundo real com objetos e anotações geradas por computador em tempo real, usando algum dispositivo tecnológico.” (KIRNER; KIRNER, 2009, p. 112). Barros Junior (2010, p. 66) enfatiza a capacidade da realidade aumentada de sobrepor elementos virtuais a elementos reais. Uma definição mais prática e focada é apresentada por Cawood e Fiala (2007, p. 1), segundo os quais a meta da RA é passar a sensação de que objetos virtuais fazem parte do mundo real, combinando elementos de realidade virtual com o mundo real em tempo real, para conseguir tal efeito.

Segundo Barros Junior (2010, p. 66), utilizando técnicas de visão computacional, o *software* de realidade aumentada compara imagens capturadas por câmeras, e se houver o reconhecimento de algum padrão preestabelecido, ele deve renderizar uma imagem tridimensional sobre o padrão reconhecido, geralmente um “marcador” (cartão em preto e branco). A Fotografia 1 mostra um objeto (marcador) sendo “aumentado” por meio de um computador.



Fotografia 1: Borboleta virtual “aumentada” sobre marcador
Fonte: Kirner (2011).

Os requisitos de *hardware* para a realidade aumentada ainda são exigentes, embora os computadores com configurações mínimas para jogos atendam aos requisitos.

O ambiente de realidade aumentada utiliza recursos de multimídia, incluindo imagem e som de alta qualidade, e recursos de realidade virtual, incluindo geração de imagens dos objetos virtuais e a interação em tempo real. Assim, a plataforma computacional, para este ambiente, deve apresentar as características apropriadas para multimídia e realidade virtual, tais como: capacidade de processamento e transferência de mídia (imagem, som, etc.); capacidade de processamento gráfico 3D; interação em tempo real e suporte a dispositivos não convencionais. Hoje em dia, os computadores preparados para processar jogos apresentam essas características. (KIRNER; KIRNER, 2009, p. 112).

Isso denota que uma fusão entre *games* e realidade aumentada é interessante e não traz grande impacto ao usuário, pois o *hardware* para os dois tipos de aplicação é o mesmo, sem necessidade de *upgrade*.

Quanto às possibilidades da realidade aumentada, Klein descreve (2009, p. 1-2) sobre os diversos usos, como em visualizações térmicas e volumétricas para a indústria, *previews* em projetos arquitetônicos e de *design*, além, certamente, de inúmeras aplicações de entretenimento.

A origem da realidade aumentada remonta a 1968. Segundo Cawood e Fiala (2007, p. 2-3), foi no referido ano que Ivan Sutherland criou um protótipo do que é considerado o primeiro sistema tanto de realidade aumentada quanto de realidade virtual. Usava gráficos simples, mas o projeto foi a gênese da realidade aumentada.

Conforme Kirner e Siscoutto (2007, p. 6), quando se fala em realidade virtual, faz-se referência a uma interface avançada do usuário, para acessar aplicações executadas no computador que permitem visualização, movimentação e interação do usuário, em tempo real, em ambientes 3D gerados pelo computador.

Em relação à interação do usuário, Netto, Machado e Oliveira (2002, p. 6) afirmam que a realidade virtual engloba um conjunto de técnicas e ferramentas gráficas 3D que permitem interação em tempo real do usuário com um ambiente gerado computadorizadamente, com mínima ou nenhuma consciência de que está usando uma interface humano-computador. Ainda sobre interação:

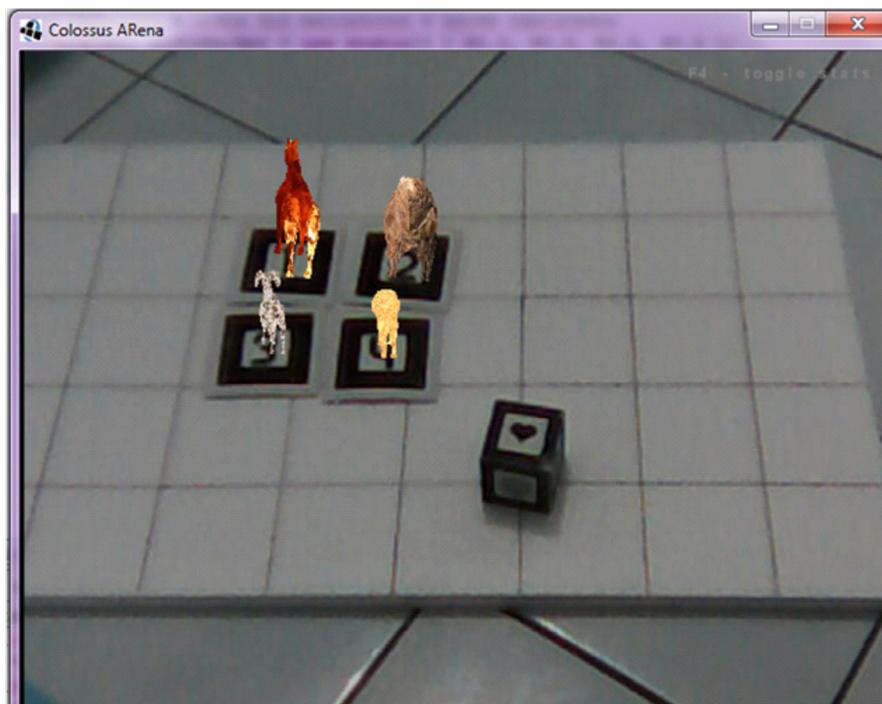
Uma interface de RV envolve um controle 3D altamente interativo de processos computacionais. O usuário entra no espaço virtual das aplicações e visualiza, manipula e explora os dados da aplicação em tempo real, usando seus sentidos (particularmente os movimentos naturais tridimensionais do corpo). A grande vantagem é que o conhecimento intuitivo do usuário sobre o mundo físico pode ser diretamente transportado para o mundo virtual. (NETTO; MACHADO; OLIVEIRA, 2002, p. 7).

Desse modo, percebe-se que a realidade virtual se apresenta como correlata da realidade aumentada, quanto à criação de um ambiente virtual sobre o real, passível de interação e de manipulação pelos sentidos humanos, por meio de interfaces intuitivas, que exploram seu conhecimento empírico e sensorial.

4 **COLOSSUS ARena**

Colossus ARena é um *game* de estratégia, por se tratar de um gênero derivado do tabuleiro e potencializado pelo uso desse artefato. É voltado ao público infantil e busca propiciar o lazer e estimular a socialização por meio de elementos competitivos e colaborativos.

Em um tabuleiro chamado simbolicamente de *ARena*, criaturas que representam avatares de divindades das mais diversas mitologias se enfrentam, usando cartas especiais como suporte ao jogo. A interface do *game* tem como objetivo dispensar o uso do *mouse* e do teclado, usando unicamente os marcadores de RA como forma de interação. A Fotografia 2 mostra a única tela e interface do *game*.

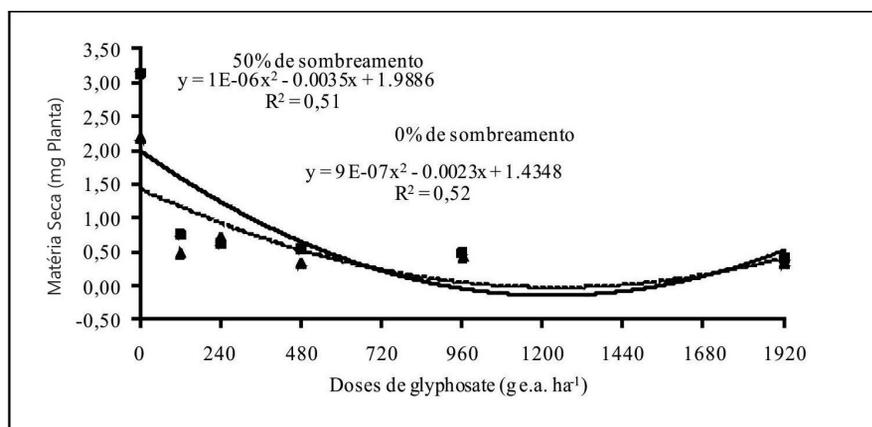


Fotografia 2: *Colossus ARena*
 Fonte: os autores.

Como é possível perceber, não existem botões, menus, tampouco menus de contexto. O único modo de produzir alguma mudança no fluxo do *software* é por intermédio dos marcadores, que agem como “cliques” e “botões”.

4.1 MODELAGEM

Em relação à natureza pouco complexa do *game*, não se adotou uma metodologia oficial de desenvolvimento de *software*, embora as etapas de modelagem tenham sido elaboradas de modo a guiar o desenvolvimento e oferecer uma base sólida para a implementação. O *game* foi modelado usando o paradigma orientado a objetos. O Esquema 1 exibe as classes do jogo.



Esquema 1: Classes de *Colossus ARena*
 Fonte: os autores.

Como é possível observar no Esquema 1, a classe *Game* é a principal, contendo o método que inicia a aplicação. A classe *Colossus ARena* contém todo o processamento e o *game engine* da aplicação, responsáveis pelo que acontece no *game*. A classe *Piece* representa as peças do *game*, no caso, os Colossos. Já a classe *JmeNyARParam* é responsável pelos parâmetros e configurações essenciais para a câmera e a captura das imagens.

4.2 GAME DESIGN

Após definida a metodologia, foi elaborado o *game design document*, que agiu como guia de desenvolvimento do jogo. Nesse documento, foram traçadas todas as regras, todas as telas, todos os elementos do *game* (como peças, tabuleiro, cartas, valores, etc.), e também incluídas algumas artes conceituais, posteriormente usadas no protótipo.

4.3 DETALHES DE IMPLEMENTAÇÃO

O *game* foi implementando na IDE *Eclipse*, utilizando linguagem Java. Foi usado o *toolkit NyARToolkit*, um *toolkit* Java para o *ARToolkit*, ferramenta mais conhecida e utilizada para implementações de RA e que trabalha com padrões como *OpenGL* e *VRML* (KIRNER; SANTIN, 2007, p. 1-7; SANTOS, 2005, p. 31-32). Para *Colossus ARena*, utilizou-se o padrão *3ds* para os modelos de personagem 3D, por ser nativamente compatível com o *NyARToolkit*.

Também foi utilizada a *Java Media Framework* (API JMF), fornecendo todas as funcionalidades multimídia, incluindo a captura de vídeo, funcionalidade crucial para o projeto. Além da API JMF, também a *jMonkey Engine* (API jME) foi agregada ao projeto, agindo como *game engine* (motor de jogo), que é o núcleo de um jogo, controlando regras, *loops*, etc. Desse modo, a programação do jogo foi simplificada, já que esta API específica para Java traz as funções mais comuns para a grande maioria dos projetos de *games*.

A câmera usada para o projeto é uma *CTech*, de 2.0 *megapixels* de resolução, operando com tamanho de 640 *pixels* de largura por 480 *pixels* de altura. Toda a abstração da câmera é feita pela API JMF.

5 RESULTADOS

A implementação do projeto produziu um protótipo bastante satisfatório do *game*, na qual as personagens em 3D são imediatamente adicionadas ao ambiente assim que os marcadores são reconhecidos e persistem na aplicação, respondendo aos movimentos das peças pelo tabuleiro. Os testes da aplicação foram feitos com 19 crianças, com idades variando de 8 a 10 anos, que além de jogarem, responderam a perguntas orais e deram sugestões de melhorias ao *game*. Obteve-se uma resposta positiva, mostrando que o *game* possui potencial e apelo junto ao público alvo escolhido. Percebeu-se pelos testes, que logo após a primeira sessão de jogo, os usuários ficavam bastante familiarizados com as regras e detalhes do *game*. Dificuldades e melhorias sugeridas durante os testes serão consideradas durante futuros refinamentos do protótipo.

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos na implementação do projeto demonstram o potencial e as possibilidades da tecnologia em relação à interação e entretenimento, uma vez que o protótipo pode ser considerado um sucesso devido aos resultados obtidos em testes.

Por questões que envolvem limitações das tecnologias gratuitas disponíveis à realidade aumentada, documentação e literatura técnica extremamente limitadas, bem como questão de tempo e número de membros de equipe, conclui-se que se torna difícil a implementação de *games* de maior porte. Isso exigiria equipes grandes, trabalhando durante anos em um projeto, com apoio financeiro, tanto para a parte artística do *game* (imagens, modelagem 3D, sons), quanto para a parte técnica (uso de *toolkits* e ferramentas pagas que oferecem mais funcionalidades e facilidades na implementação).

A realidade aumentada é uma tecnologia que ainda está amadurecendo e não recebeu a devida atenção das grandes companhias, restringindo-se praticamente ao ambiente acadêmico por hora, o que resulta em poucos investimentos e no atraso de uma tecnologia que já poderia estar sendo aproveitada para diversas aplicações. Maiores esforços e gastos na área podem gerar resultados impressionantes e uma nova gama de aplicações, não apenas com função de entretenimento, mas em diversos segmentos do cotidiano.

Colossus ARena: game prototype using augmented reality

Abstract

Recent advances in virtual reality and interactive interfaces have been causing a revolution in the game development area, although some new technologies have not yet been explored by this industry. It's the case of augmented reality (AR), whose characteristics allow a new model of player interaction with the machine, as well as a different, more intuitive gameplay. This paper shows the process of developing the Colossus ARena game prototype – a virtual board game that makes use of AR as a way to generate graphics and interaction – and review the literature about the technical issues involved in this project. Keywords: Games. Augmented reality. Computer graphics. Software engineering.

REFERÊNCIAS

ALEIXO, Raphael; BORGES, Caetano; CAVALCANTI, Alvaro. **Loodo**. 2009. Disponível em: <<http://www.loodo.com.br/>>. Acesso em: 20 fev. 2011.

BARROS JUNIOR, Jairo. Realidade Aumentada: Transforme o Real no Virtual. **Mundo Java**, Rio de Janeiro: Mundo, ano 8, n. 41, p. 64-73, maio/jun. 2010.

BARROS, Raphael Lima Belém de. **Análise de Metodologias de Desenvolvimento de Software aplicadas ao Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências da Computação)–Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007. Disponível em: <<http://www.cin.ufpe.br/~tg/2007-1/rlbb.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2011.

BERTHÊM, Antônio Córdova de et al. **Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2007.

CAWOOD, Stephen; FIALA, Mark. **Augmented Reality: A Practical Guide**. USA: Pragmatic Bookshelf, 2007.

CORREIA NETO, Jorge da Silva; SANTOS, Victor Malcolm Rodrigues dos. **Adaptação da metodologia JAD para o desenvolvimento de games**. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO (JEPEX) DA UFRPE, 9., 2009, Recife, **Anais...** Recife, 2009. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R1152-1.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2011.

KIRNER, Claudio; KIRNER, Tereza G. Realidade virtual e realidade aumentada: potencializando as ações do usuário no mundo real. **Diálogos**, Canoas: Centro Universitário La Salle, n. 14, p. 99-122, jan. 2009.

KIRNER, Claudio. Realidade Aumentada. **Realidade Virtual e Aumentada**. 2011. Disponível em: <http://www.ckirner.com/realidadevirtual/?REALIDADE_AUMENTADA>. Acesso em: 20 fev. 2011.

KIRNER, Claudio; SANTIN, Rafael. ARToolKit: Biblioteca para Desenvolvimento de Aplicações de Realidade Aumentada. In: CARDOSO, Alexandre et al. (Org.). **Tecnologia para o Desenvolvimento de Sistemas de Realidade Virtual e Aumentada**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2007. p. 91-109. Disponível em: <<http://www.ckirner.com/download/capitulos/Cap-5-ARToolKit-LivroTecno.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2011.

KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson Augusto (Ed.). Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada. In: _____. Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações. Livro do Pré-Simpósio. In: SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY, 9., 2007, Petrópolis, **Anais...** Porto Alegre: SBC, 2007. Disponível em: <<http://www.ckirner.com/download/livros/Realidade%20Virtual%20e%20Aumentada-2007.zip>>. Acesso em: 20 fev. 2011.

KLEIN, Georg. **Visual Tracking for Augmented Reality**: Edge-based tracking techniques for AR applications. Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller, 2009.

MERKEL, Daniel Santa Catarina. **Desenvolvimento de um protótipo de jogo 3D utilizando engine**. 2004. Monografia (Especialização em Ciências da Computação)–Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2004.

NETTO, Antonio Valerio; MACHADO, Liliâne dos Santos; OLIVEIRA, Maria Cristina F. de. **Realidade Virtual: Fundamentos e Aplicações**. Florianópolis: Visual Books, 2002.

PRATA, Dori. E3 2009 – Project Natal em ação. **Meio Bit Games**, jun. 2009. Disponível em: <<http://meiobit.com/34736/e3-2009-project-natal-em-acao/>>. Acesso em: 20 fev. 2011.

SARTORELLI, André. Mercado de *games* no Brasil cresce mesmo com pirataria. **R7 Notícias**, out. 2009. Tecnologia e Ciência. Disponível em: <<http://noticias.r7.com/tecnologia-e-ciencia/noticias/mercado-de-games-no-brasil-cresce-mesmo-com-pirataria-20090929.html>>. Acesso em: 20 fev. 2011.