

Aplicação de realidade virtual e aumentada em arquitetura

Application of virtual and augmented reality in architecture

Márcia Regina de Freitas

marciarf@fec.unicamp.br

UNICAMP. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Av. Albert Einstein, 951
Caixa Postal: 6021, 13083-852, Campinas, SP, Brasil

Regina Coeli Ruschel

regina@fec.unicamp.br

UNICAMP. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Av. Albert Einstein, 951
Caixa Postal: 6021, 13083-852, Campinas, SP, Brasil

Resumo

A possibilidade de gerar sensações, antecipar eventos ainda não ocorridos, proporcionar otimização de processos em muitos casos, entre outros aspectos, torna a Realidade Virtual (RV) e suas variações, como a Realidade Aumentada (RA), grandes promessas para várias indústrias. Este artigo investiga a aplicabilidade dos recursos de RA em arquitetura e construção, visando mostrar algumas pesquisas pelo mundo e situar o leitor sobre onde esta tecnologia tem sido investigada no Brasil.

Palavras-chave: arquitetura, construção, Realidade Virtual, Realidade Aumentada.

Abstract

The possibility to generate sensations, anticipate events yet to take place, provide process optimization, among other things, makes the Virtual Reality (VR) and its variations, such as Augmented Reality (AR), a great promise for many industries. This article investigates the applicability of AR resources in architecture and construction, pointing out related research around the world and positing where this technology has been investigated in Brazil.

Key words: architecture, construction, Virtual Reality, Augmented Reality.

Introdução

Modelos geométricos digitais substituem cada vez mais as maquetes físicas no processo de projeto, apesar de estes últimos serem usados tanto para apresentação do projeto como para tratar questões analíticas, como testes em túneis de vento e simulação de movimento solar (Celani e Piccoli, 2010). A disponibilidade, porém, de *walkthrough*¹, *flythrough*² e a tecnologia de Realidade Virtual (RV) aumentam a versatilidade dos modelos geométricos digitais, em alguns casos, possibilitando um ambiente completamente imersivo, impossível com modelos em escala. A Realidade Aumentada (RA), que é uma variação da RV, permite inserir elementos virtuais em ambientes reais, agregando versatilidade na visualização de modelos geométricos digitais integrados ao real, melhorando a percepção espacial, por exemplo.

Os modelos geométricos digitais permitem a extração, a partir desses, de imagens muito próximas da realidade do objeto, facilitando sua compreensão. Os modelos geométricos digitais podem ser inseridos em ambientes de Realidade Virtual, criando a possibilidade de o usuário interagir e se mover pelo espaço (Heidrich e Félix, 2001). Alcança-se, desta forma, a essência da sensação permitida com a RV, ou seja, o

¹ *Walkthrough* é usado para mostrar um ponto de vista atual de uma pessoa caminhando por uma cena um pouco abaixo do nível do olhar.

² *Flythrough* é menos limitado que o *walkthrough*, podendo ser feito de qualquer ponto de vista desejado, velocidade e ângulo.

usuário deixa de ser apenas expectador para fazer parte integrante do cenário com liberdade de movimentos. Com a RA, o usuário interage com elementos virtuais, tendo a sensação de que fazem parte do mundo real no cenário onde ele se encontra, aumentando a realidade.

Experiências têm sido feitas para abstrair as vantagens de utilização de RV em ambientes imersivos ou não para captar as principais dificuldades de inserção destes recursos na forma de projetar de profissionais projetistas. Okeil (2010) faz uma comparação entre as várias formas possíveis de utilização de ferramentas computacionais no processo de projeto, considerando ambientes de projeto virtuais não-imersivos, ambientes imersivos de suporte a decisão com imersão ao final do processo, ambientes de projeto alternando imersão e não-imersão durante a concepção, ambientes de projeto totalmente imersivos e ambientes híbridos cuja proposta é juntar as vantagens dos anteriores. Ao analisarem-se os problemas de cada meio, é possível perceber os pontos fortes e fracos e desenvolver formas para criar um ambiente de projeto mais eficaz do que se tem disponível na prática, unindo as características vantajosas de cada uma. Nota-se que todas as formas de usar recursos computacionais, analisadas pelo autor, apresentam algumas dificuldades, ou porque dificultam a liberdade na concepção inicial do projetista, ou fazem-no ter dificuldades de percepção de 2D e 3D. Enfim, isso indica a necessidade de conseguir abstrair o melhor de cada ferramenta. É proposto, então, um ambiente de projeto híbrido, juntando formas imersivas e não-imersivas na concepção e avaliação durante o processo de projeto.

Vista pelo ângulo do leigo ou futuro usuário da construção em projeto, a visualização do que é projetado se tornou mais versátil e simples. Entretanto, faz-se necessário a experiência de um profissional para este tipo de trabalho. O projetista hoje tem esta habilidade? Quais são os esforços da academia, neste contexto, em pesquisa? Este artigo, a partir de uma revisão bibliográfica e levantamento de grupos de pesquisa brasileiros, apresenta o panorama dos esforços existentes para incluir a tecnologia de Realidade Aumentada na Arquitetura e Construção Civil.

Realidade Virtual e Realidade Aumentada: uma visão

O termo Realidade Virtual (RV) recebe várias definições, em parte, devido a sua natureza interdisciplinar e a sua constante evolução (Kirner e Pinho, 1997). Trata-se de uma tecnologia que possibilita ao ser humano a capacidade de vivenciar mundos não existentes fisicamente por meio de equipamentos que o fazem ter a impressão de estar no ambiente gerado em computador. É, portanto, um meio fascinante de proporcionar uma interação de ambientes sintéticos com computador. A RV necessita da combinação de várias tecnologias a fim de criar ilusões de experiências imersivas em mundos virtuais, bem como alcançar o senso de presença. Os principais equipamentos usados em RV são agrupados em categorias, a saber: equipamentos visuais, sistemas de rastreamento, dispositivos de entrada, sistemas de som, dispositivos hápticos, *hardware* de computação e gráficos (Cruz-Neira, 1997).

Alguns conceitos guiam as pesquisas em RV desde os primórdios: simulação, interação e imersão (Pratschke *et al.*, 2000). Imersão e interação, apesar de não serem exclusivos para esta tecnologia, são termos que coexistem em se tratando de RV. Imersão é o sentimento de estar dentro do ambiente através de dispositivos de visualização e interação é a capacidade do computador em detectar as entradas do usuário e modificar instantaneamente o mundo virtual e as ações sobre ele. Para Valério Netto *et al.* (2002),

existe ainda o envolvimento que está diretamente ligado ao grau de motivação do usuário com o mundo virtual, que, de acordo com o estímulo do ambiente, pode ser passivo ou ativo.

A Realidade Aumentada, como indica o próprio nome, aumenta a percepção sobre o mundo real, sobrepondo imagens deste com elementos ali não existentes. Sinteticamente, significa que a RA adiciona o mundo possível com os computadores ao à imagem do ambiente físico dos seres humanos (Amim, 2007).

O objetivo de RA é, portanto, criar a sensação de que objetos virtuais estão presentes no mundo real, seja em 2D ou 3D, onde o *software* combina elementos de RV no ambiente físico, o que deve, preferencialmente, acontecer em tempo real (Cawood e Fiala, 2007). É uma tecnologia que complementa o mundo real, sobrepondo ou compondo objetos virtuais a ele (Azuma, 1997), onde tais estímulos sintéticos são registrados, muitas vezes, para facilitar a obtenção de informações imperceptíveis aos sentidos humanos de outra forma (Sherman e Craig, 2003).

Como características principais de RA, segundo Azuma (1997), podem-se destacar: (i) junção dos mundos reais e virtuais, onde objetos virtuais aumentam a percepção do que é real; (ii) a possibilidade de interação do usuário com ações e reações em tempo real; e (iii) a união perfeita do físico com o sintético.

O marco considerado início da tecnologia de RA data de 1968, quando Ivan Shuterland criou um protótipo de trabalho que passou a ser considerado o primeiro sistema de RV e RA, apesar de ser rudimentar (Cawood e Fiala, 2007, p. 2). Desde o início até os dias de hoje muito se pesquisou e se realizou em termos destas tecnologias, como retratado em bibliografia inerente ao tema, apesar de ainda haver potencial de estudo em várias áreas e, assim, aumentar a gama de aplicações práticas.

Realidade Virtual e Realidade Aumentada são partes de uma realidade mais ampla, entendida como virtualidade contínua chamada "Realidade Misturada" (RM), segundo Milgram e Kishino (1994), como mostrado na Figura 1. A Realidade/Virtualidade Contínua representa, em uma extremidade, o ambiente real, na outra, o ambiente virtual e, no intervalo, estão a Realidade Aumentada e a Virtualidade Aumentada. A RA é a inserção de elementos virtuais no ambiente real; a Virtualidade Aumentada é, por sua vez, a incorporação de elementos reais ao ambiente virtual.

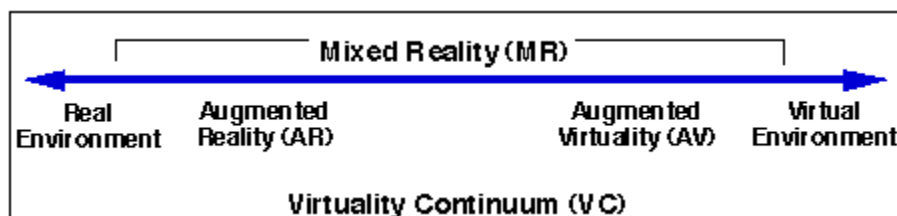


Figura 1. Realidade/Virtualidade Contínua (Milgram e Kishino, 1994).
Figure 1. Reality/Virtuality Continuum (Milgram and Kishino, 1994)

Realidade Aumentada: aplicações e pesquisas

Segundo Kirner e Tori (2004), as aplicações de RA são vastas e possíveis em diversas áreas, tais como: medicina, entretenimento, treinamento militar, engenharias, arquitetura e projeto, aplicações científicas etc.

Kirner *et al.* (2004) afirmam que RA diminui dificuldades de visualização e localização do usuário no espaço, pois adicionam-se objetos virtuais sem perder a noção do ambiente real e ainda pode-se usar as mãos para mover e atuar sobre os objetos virtuais. Em Arquitetura e Construção esta tecnologia pode auxiliar na visualização de formas arquitetônicas, resultados de simulação e análises, fabricação de componentes estruturais ou diretamente na construção, por exemplo, no canteiro de obras (Amim, 2007).

Partindo desse pressuposto, pesquisas têm sido conduzidas no sentido de ampliar as aplicações de RA em Arquitetura pelo mundo, porém, no Brasil, são poucos os grupos que trabalham especificamente em aplicações direcionadas para Arquitetura.

Alguns projetos em RA existentes pelo mundo podem ser citados, tais como:

- OCAR (*Outdoor Collaborative Augmented Reality* - 2003), desenvolvido na Vienna University of Technology (Áustria), cujo objetivo é investigar como dois ou mais usuários podem interagir em tarefas de navegação e acesso a informações em ambientes externos, auxiliados por RA (Figura 2).



Figura 2. OCAR sendo usado para ajudar pedestre a navegar pela cidade de Vienna, apresentando pontos de referência artificiais e conduzindo-o ao destino desejado.

Figure 2. OCAR being used to help a pedestrian navigate through the city of Vienna, featuring artificial landmarks and leading him to the desired destination.

- SignPost 2 (2001): desenvolvido pela mesma equipe do OCAR (*Studierstube Research*), é um sistema de navegação *indoor* que visa facilitar a navegação do usuário por um prédio desconhecido, onde este informa a posição atual e o destino, e o sistema o guia pelos corredores, usando equipamento de RA móvel (Figura 3).



Figura 3. SignPost 2 calcula o menor caminho entre a posição atual e o destino desejado e orienta o usuário usando setas e realce das portas a serem usadas.

Figure 3. Signpost 2 calculates the shortest path between the current position and desired destination and guides the user by using arrows and enhancement of portals to be used.

- MARS (*Mobile Augmented Reality Systems* – iniciado em 2006): desenvolvido na Columbia University e direcionado a identificar tarefas genéricas que um usuário móvel gostaria de executar usando um sistema sensível a contexto. Objetiva, ainda, desenvolver componentes de interfaces gráficas reutilizáveis para aplicações de RA, combinando diferentes tecnologias de *display* como *palmtops* e óculos “*see-through*”. Apresenta-se dividido em quatro subprojetos: *Touring Machine* (Figura 4), *Mobile Journalist Workstation*, *UIs for Indoor/Outdoor Collaboration* e *The MARS Authoring Tool*.

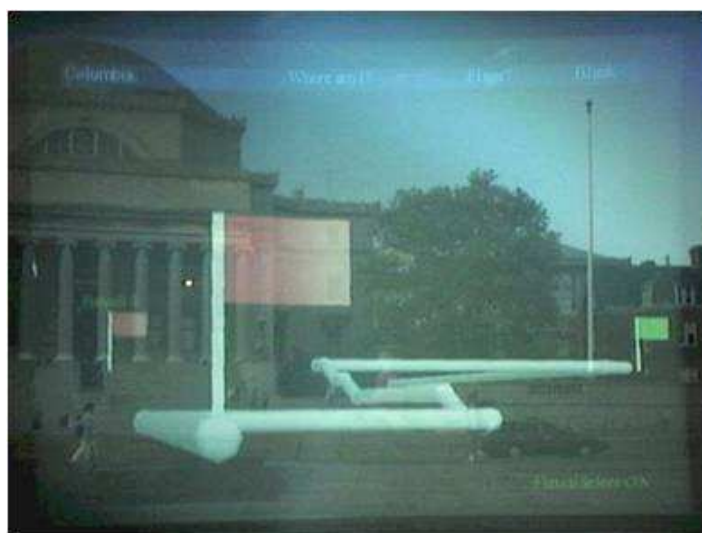


Figura 4. Subprojeto MARS - Touring Machine – usado como sistema de informações do campus, ajudando um usuário a encontrar lugares e obter dados de interesse em, por exemplo, prédios e estátuas.

Figure 4. Subproject MARS - Touring Machine - used as the campus information system, helping a user find places and get data of interest in, for example, buildings and statues.

- SMART Vidente – *Subsurface Mobile Augmented Reality Technology for Outdoor Infrastructure Workers* (2009 a 2011): desenvolvido na GRAZ University of Technology (Austria), é um sistema portátil para uso ao ar livre projetado para apoiar equipes de campo de empresas de infra-estrutura por meio de RA. A visualização é obtida pela sobreposição de um fluxo contínuo de vídeo do entorno atual com modelos

georreferenciados com computação gráfica 3D e ajustada em tempo real de acordo com a posição e orientação do dispositivo móvel (Figura 5).



Figura 5. Vidente Handheld Augmented Reality for Technical Infrastructure.
Figure 5. Vidente Handheld Augmented Reality for Technical Infrastructure

Outras pesquisas podem ser encontradas em variadas áreas de estudo ao redor do mundo, mostrando o interesse e potencialidades de uso de aplicações de RA.

Como exemplo de pesquisas desenvolvidas por grupos que estudam RA no Brasil, pode-se citar o Grupo de Realidade Virtual de Goiás (GRVG) e o Grupo de Realidade Virtual da Universidade Federal de Uberlândia - Minas Gerais (GRV). Estes grupos desenvolvem em conjunto um estudo cuja meta é a implementação de uma ferramenta de visualização de projetos arquitetônicos através de dispositivos móveis, usando Realidade Aumentada. São grupos de pesquisadores que, apesar de não serem da área de arquitetura especificamente, perceberam as dificuldades e potencialidade das áreas de Computação Gráfica. O objetivo geral foi criar um software para comunicação entre um emulador para dispositivos móveis, que sobrepõe o modelo geométrico 3D de residência em projeto à imagem do local extraída com a câmera do dispositivo, em um ambiente de RA (Santos Júnior *et al.*, 2009).

Além dos citados, outros grupos, geralmente das áreas de Engenharia Elétrica e Ciência da Computação, estão espalhados pelo país. Entre os grupos reconhecidos, citam-se:

- GRVA – Grupo de Realidade Virtual Aplicada – Laboratório de Métodos Computacionais em Engenharia (LAMCE) – Engenharia Civil COPPE/RJ. As áreas de pesquisa do grupo são: Visualização Científica, Realidade Virtual e Aumentada, tendo atualmente desenvolvido um Simulador de vôos;
- Núcleo de Realidade Virtual - LSI Laboratório de Sistemas Integráveis da Faculdade de Engenharia Elétrica - POLI/USP (São Paulo). O grupo tem atuado em pesquisas sobre o gerenciamento de sistema de RV baseado em aglomerados de computadores, produção de ambientes virtuais em 3D, passeio pela Catedral de Sibenik, usando a Caverna Digital etc.;
- Interlab – *Interactive Technologies Laboratory* – Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais da Escola Politécnica da USP - POLI/USP (São Paulo). Os projetos de pesquisa mais atuais desenvolvidos são: jogos com RA, análises e reconhecimento de gestos para jogos em RA etc.;

- Grupo de Realidade Virtual – Departamento de Computação – UFSCAR (São Carlos). Desenvolve atualmente o projeto Professor Virtual usando RV, Ambiente Virtual para Visualização Interativa Compartilhada (AVVIC) enfocando o uso conjugado de RV e Visualização Científica para facilitar o desenvolvimento de aplicações etc.;
- Grupo de Realidade Virtual GRV– Faculdade de Informática – PUC/RS (Porto Alegre). O grupo se dedica aos projetos ARLIST ou *Augmented Reality for Life Support Training* para adicionar recursos computacionais em manequins nos treinamentos de qualificação médica, e SmallVR que auxilia a construção de aplicações em RV etc.;
- Laboratório de Realidade Virtual VRL- UFRN (Natal). Atualmente desenvolve os seguintes projetos: aplicações de RV para otimização de projetos de produção de petróleo e modelagem e visualização 3D de reservatórios;
- Laboratório de Realidade Virtual Aplicada LARVA – Departamento de Ciência da Computação – UDESC (Joinville). As linhas de pesquisas do grupo são: fundamentos de processamento gráfico e da interação e processamento gráfico aplicado;
- Grupo de Pesquisas em Computação Gráfica, Realidade Virtual e Animação – Departamento de Computação – UFC (Fortaleza). O grupo não tem projetos publicados no momento.

Eventos como simpósios e workshops acontecem anualmente pelo país para disseminar as pesquisas através de publicações de artigos. Entre os principais eventos nacionais podem ser citados Simpósio em Realidade Virtual e Aumentada (SVR)³ e Workshop de Realidade Virtual e Aumentada (WRVA)⁴.

Além destes eventos específicos dos temas de RV e RA, indicam-se outros congressos, como o GRÁPHICA⁵ (Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico/*International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design*) e o SIGRADI⁶ (Congresso Ibero-Americano de Gráfica Digital), nos quais ocorrem apresentações de pesquisadores que agregam saber à área de arquitetura digital, como Pratschke *et al.* (2000), referenciado neste próprio artigo. Outros congressos de computação gráfica também podem trazer pesquisas que tratam do tema, porém restringiu-se àqueles em que é mais provável encontrar assuntos voltados para Arquitetura e Construção.

Analisando mundialmente as publicações referentes ao tema RA e focando as pesquisas em Arquitetura e Construção, nota-se que há um interesse de uso desta tecnologia para melhorar o estado da arte em visualização arquitetônica, o processo de projeto, os processos de construção de edifício e sistemas de gerenciamento em engenharia. Este interesse é justificado pelo potencial de RA para redução de custos, diminuição de tempo de projeto e contribuir para a redução de erros, em se tratando de projeto colaborativo. Apesar do potencial verificado, ainda há dificuldades para a utilização de recursos de RA em arquitetura devido ao fato de que a maioria dos pesquisadores é da área de computação e também por haver falta de motivação e de fundos para pesquisas mais aprofundadas para a área (Wang *et al.*, 2008).

No Brasil, há um uso recente de RA no setor de construção civil, onde uma construtora e incorporadora entrou para o *Guinness Book* com a maior RA do mundo, usando-a para mostrar o empreendimento aos

³ SVR: XII edição ocorrida em maio de 2010, em Natal/RN.

⁴ WRVA: 7º edição realizada em novembro de 2010, na Universidade Presbiteriana Mackenzie/SP.

⁵ GRAPHICA – próxima edição (XX Simpósio Nacional e IX International Conference) a se realizar em João Pessoa – PB em 2011.

⁶ SIGRADI - 14ª edição realizada no mês de novembro de 2010, na cidade de Bogotá – Colômbia.

clientes. Foi utilizada uma lona de vinil como marcador de RA de aproximadamente 900 m² no local da construção do edifício, e os clientes eram levados de helicóptero para visualizar o futuro edifício através de uma câmera instalada e um *notebook*, como mostra a Figura 6 (Yano, 2010).



Figura 6. Imagem do prédio em Realidade Aumentada visto do helicóptero pelo cliente (Yano, 2010).
Figure 6. Image of the building in Augmented Reality viewed of helicopter by the client (Yano, 2010).

Considerações finais

Balding (2009) analisa a existência dos vários recursos tecnológicos possíveis de serem usados pelos profissionais e defende que o preparo para um uso efetivo pode conduzi-los ao sucesso, oferecendo novas oportunidades para a indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). A tecnologia de Realidade Aumentada é um dos recursos tecnológicos a oferecer uma gama de aplicações possíveis em processos existentes em Arquitetura e Construção, sendo necessárias, porém, pesquisas constantes voltadas ao tema para uma utilização efetiva (Okeil, 2010). Com *hardware* e *software* poderosos, a criação de aplicações de RA tem se tornado viáveis no acréscimo de poder visual de profissionais e clientes, na antecipação de eventos futuros, na otimização de processos, enfim, com tendência à inserção dos recursos em toda a cadeia de desenvolvimento de um edifício. A possibilidade de se sentir imerso em um ambiente a ser construído, de ter suas sensações aumentadas com o acréscimo de elementos virtuais ao mundo real, como possibilita a RA, a faz ser vista como promessa viável para aplicações úteis em Arquitetura e Construção.

Este artigo, portanto, analisou o uso de RA no Brasil por grupos de pesquisa espalhados pelo país e alguns projetos existentes pelo mundo, mostrando o interesse em pesquisar e disseminar o uso desta tecnologia. Ao final deste texto, pode-se verificar a real viabilidade de uso de RA na indústria de AEC, aliado ou não a outras tecnologias. No entanto, a continuidade e o aprofundamento de pesquisas nesta área é fundamental para que sejam desenvolvidas aplicações cada vez mais úteis ao setor.

Referências

- AMIM, R.R. 2007. *Realidade Aumentada aplicada à Arquitetura e Urbanismo*. 2007. Rio de Janeiro, RJ. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 120 p.
- AZUMA, R.T. 1997. A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, **6**(4):355-385. Disponível em: <http://www.cs.unc.edu>. Acesso em: 20/04/2010.
- BALDING, J.J. 2009. Incorporating Innovative and Immersive Technologies: Changing the Art of Design. *AECbytes - Building the Future*, Autodesk. June 2009. Disponível em: <http://www.aecbytes.com/buildingthefuture.html/>. Acesso em: 20/08/2010.
- CAWOOD; S.; FIALA, M. 2007. *Augmented Reality – A practical guide*. Raleigh, Pragmatic Bookshelf, 311 p.
- CELANI, G.; PICCOLI, V. 2010. The Roles of a Model. *Arquiteturarevista*, **6**(1):50-62. Disponível em: <http://www.arquiteturarevista.unisinos.br/pdf/68.pdf>. Acesso em: 21/08/2010.
- CRUZ-NEIRA, C. 1997. Introduction to Virtual Reality. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER GRAPHICS AND INTERACTIVE TECHNIQUES – SIGGRAPH, 24, Los Angeles, 1997. *Course Notes: "Applied Virtual Reality"*. Los Angeles, p. 2/2-2/15.
- HEIDRICH, F.E.; FÉLIX, N.R. 2001. Representação Interativa para o Objeto Arquitetônico. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 15, INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN, 4, 2001, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 2001, p. 1032-1038. [CD-ROM].
- KIRNER, C.; KIRNER, G.T.; CALONEGO JÚNIOR, N.; BUK, C.V. 2004. Uso de Realidade Aumentada em Ambientes Virtuais de Visualização de Dados. In: SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY - SVR 2004, 6, São Paulo, 2004. *Anais...* São Paulo, 2004. 12 p. [CD-ROM].
- KIRNER, C.; PINHO, M.S. 1997. Introdução à Realidade Virtual. In: WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL, 1, São Carlos, 1997. *Livro do Mini-curso*. São Carlos, 1997, p. 1-40. Disponível em: <http://www.ckirner.com/realidadevirtual/>. Acesso em: 14/07/2010.
- KIRNER, C.; TORI, R. 2004. Introdução à Realidade Virtual, Realidade Misturada e Hiper-realidade. In: C. KIRNER; R. TORI. (eds.), *Realidade Virtual: Conceitos, Tecnologia e Tendências*. 1ª ed., São Paulo, Editora Mania de Livro, vol. 1, p. 3-20.
- MILGRAM, P.; KISHINO, F. 1994. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information Systems*, **E77-D**(12):1321-1329. Disponível em: <http://etclab.mie.utoronto.ca/>. Acesso em: 01/10/2010.
- OKEIL, A. 2010. Hybrid Design Environments: Immersive and Non-Immersive Architectural Design. *Journal of Information Technology in Construction – Itcon*, **15**:202-216. Disponível em: <http://www.itcon.org/>. Acesso em: 20/08/2010.
- PRATSCHKE, A.; MOREIRA, E.S.; TRAMONTANO, M. 2000. Contribuição para a Conceituação de Realidade Virtual. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE GRÁFICA DIGITAL – Sigradi, 4, Rio de Janeiro, 2000. *Anais...* Rio de Janeiro, 2000. 7 p. CD ROM.
- SANTOS JÚNIOR, G.P.; LUZ, R.A.; RIBEIRO, M.W.S.; ROCHA, H.X.; SOUZA, P.M.; CARDOSO, A.; LAMOUNIER, E. 2009. Uso da Realidade Aumentada na Visualização de Projetos Arquitetônicos em Dispositivos Móveis. In: WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA – WRVA, 6, Santos, 2009. *Anais...* Santos, 2009, 2 p. Disponível em: <http://sites.unisanta.br/wrva/>. Acesso em: 20/08/2010.
- SHERMAN, W.R.; CRAIG, A.B. 2003. *Understanding Virtual Reality. Interface, Application and Design*. 1ª ed., San Francisco, Morgan Kaufman Publishers - Elsevier Science, 582 p.
- VALERIO NETTO, A.; OLIVEIRA, M.C.F.; MACHADO, L.S. 2002. *Realidade Virtual - Fundamentos e Aplicações*. 1ª ed., Florianópolis, Visual Books, 94 p.
- WANG, X.; GU, N.; MARCHANT, D. 2008. An Empirical Study on Designers' Perceptions of Augmented Reality within an Architectural Firm. *Electronic Journal of Information Technology in Construction ITcon*, **13**(special issue):536-552. Disponível em: <http://www.itcon.org/2008/33>. Acesso em: 17/03/2010.
- YANO, C. 2010. Construtora Cria Maior Projeto de Realidade Aumentada do Mundo. *EXAME.com*. Disponível em: <http://portalexame.abril.com.br>. Acesso em: 20/08/2010.

Submetido em: 23/08/2010

Aceito em: 11/10/2010