

## A UTILIZAÇÃO DE REALIDADE VIRTUAL E REALIDADE AUMENTADA NA ARQUITETURA E URBANISMO

THE USE OF VIRTUAL REALITY AND AUGMENTED REALITY IN THE ARCHITECTURE AND URBANISM

Marcelius Oliveira de Aguiar<sup>1</sup>  
Alice Theresinha Cybis Pereira<sup>2</sup>

**RESUMO:** A arquitetura tem sofrido transformações constantes ao longo do tempo. A todo instante surgem inovações que podem auxiliar o profissional dessa área a aprimorar sua função. Com o uso da tecnologia na arquitetura e urbanismo não é diferente: se bem utilizada, poderá ser uma aliada eficiente para a visualização de artefatos e/ou elementos arquitetônicos e urbanísticos, como forma de mostrar ao cliente o produto final, antes mesmo de ele começar a ser executado. Assim, este artigo apresenta o uso da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada como alternativas de otimização da atuação do profissional da área e de visualização de elementos arquitetônicos e urbanísticos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arquitetura e Urbanismo. Tecnologia. Realidade Virtual e Realidade Aumentada.

**ABSTRACT:** *The architecture has been constant changes over time. At any moment arise innovations that can help the professional in this area to enhance its function. With the use of technology in architecture and urbanism is not different: if it used well, can be a powerful ally for the display of artifacts and / or architectural and urban elements as a way to show the client the final product, even before it starts to run. Thus, this paper presents the use of Virtual Reality and Augmented Reality as alternatives for optimizing performance of the professional and the view of architectural and urban elements.*

**KEYWORDS:** *Architecture and Urbanism. Technology. Virtual Reality and Augmented Reality.*

---

### 1 INTRODUÇÃO

---

Em Arquitetura e Urbanismo, de acordo com Fernández (2004, p.6) “[...] projetar é desenvolver um conjunto de ideias, caracterizadas e qualificadas adequadamente, por meio de desenhos, para a materialização de uma obra.”

Puebla Pons (2002) diz que no projeto gráfico arquitetônico, as referências estilísticas gráficas são múltiplas e geralmente tomadas de outras épocas, reutilizadas ou reinterpretadas em função do momento. Para o autor, a representação da arquitetura, atualmente, é parte essencial da própria idealização, evidenciando-se de forma singular a expressão do processo de criação espacial.

Percebe-se, portanto, a importância do projeto para o profissional dessa área. Entretanto, levando-se em consideração as constantes modificações impostas pelo avanço das tecnologias, há que se atentar para as contribuições advindas desse contexto. A mais importante, talvez, seja o uso de recursos tecnológicos capazes de otimizar e qualificar o trabalho do homem. E, nesse sentido, a execução de projetos arquitetônicos e urbanísticos não pode ficar na prancheta, apenas. O desenho bidimensional não é mais suficiente para a visualização da obra idealizada. O surgimento de

---

1 Bacharel em Arquitetura e Urbanismo (UNERJ). Máster in Diseño 3D y Simulación en Arquitectura (UPC – Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona). Mestre em Arquitetura e Urbanismo (UFSC). E-mail: marceliusaguiar@hotmail.com

2 Doutora em Arquitetura (University of Sheffield e Pós-Doutorado na De Monfort University na Leicester/UK). E-mail: acybis@gmail.com

*softwares* capazes de gerar cenários virtuais interativos, se utilizados em projetos, podem revolucionar a arquitetura mundial.

Dessa forma, este artigo tem como objetivo refletir sobre a utilização da Realidade Virtual (RV) e da Realidade Aumentada (RA), para profissionais e clientes da área de Arquitetura e Urbanismo, como ferramentas auxiliaadoras tanto nos procedimentos de desenvolvimento de projetos quanto na compreensão e avaliação de projetos solicitados. Crê-se que tal uso pode revolucionar tanto a atuação do profissional quanto a visualização do artefato requerido pelo cliente.

---

## 2 CENÁRIOS VIRTUAIS E REAIS

---

Para Zapata (2008b), as principais características de cenários virtuais interativos perpassam alguns aspectos essenciais para o campo de estudo em que são aplicados: a) respondem à metáfora de mundo que contém objetos e opera em base e regras de jogo que variam em flexibilidade, dependendo de seu compromisso com a Inteligência Artificial; b) expressam-se em linguagem gráfico tridimensional; c) seus comportamentos são dinâmicos e operam em tempo real; d) suas operações estão baseadas na incorporação do usuário no interior do meio computadorizado; e) exigem que haja inicialmente uma “suspensão da incredulidade” como recurso necessário para atingir-se a integração do usuário com o mundo virtual ao que ingressa; f) possuem a capacidade de reagir ao usuário, oferecendo-lhe, em sua modalidade mais avançada, uma experiência imersiva, interativa e multissensorial.

Zapata (2008b) apresenta, também, os princípios básicos de RVI. Segundo o autor, para se criar um cenário virtual é imprescindível que o computador calcule e mostre as imagens a uma velocidade suficiente. Essa velocidade, assim como ocorre com o vídeo, é variável, porém apresenta intervalos mínimos entre uma imagem e outra, os quais são considerados insuficientes para criar uma ilusão de movimento correta. Abaixo de 25 fotogramas por segundo, a qualidade é baixa; e abaixo de 15, geralmente se considera inaceitável.

Essa questão pode ser explicada pela animação que, por sua vez, se baseia em uma combinação de objetos estáticos, criados pelos métodos habituais de modelação e objetos animados, criados mediante mudanças de posição ou de características em pontos-chave do cenário, os quais se registram por procedimentos especiais. Ao criar imagens independentes obtidas por representações de todas essas posições e passá-las a uma velocidade superior ao que a vista humana pode distinguir, cria-se a ilusão de movimento (ZAPATA, 2008a).

Para Zapata (2008a, p.8)

A animação se resume, geralmente, na passagem de 3D para 4D, o que apresenta implicações importantes. Um modelo 3D é um modelo 2D mais uma nova coordenada: porém isto implica o emprego de mais geometria, uma visualização indeterminada: pois um quadrado (2D) se visualiza de um único modo, mas um cubo (3D), não. Se se passa de 3D a 4D, a indeterminação aumenta e se abrem duas possibilidades que se denominam 4DPT (4D Past Time) com um cenário fixo, determinado pelo autor e 4DRT (4D Real Time) com um cenário livre, interativo. (Minha tradução)

Portanto, de acordo com Monedero (2008), projetos construídos, visualizados, manuseados e utilizados tridimensionalmente, com propósitos arquitetônicos, valendo-se de ferramentas digitais que lhes conferem condições de virtualidade são definidos como Arquitetura Virtual, e, por sua vez, considerados como a última tendência em desenho arquitetônico.

Nesse sentido, por meio do computador, podem-se conhecer equações matemáticas complexas para descrever o espaço e desenvolver diferentes formas. Assim, com a ajuda de programas específicos, desenhados para este objetivo, tem-se desenvolvido tecnologias e processos computacionais voltados para a visualização de estruturas arquitetônicas capazes de elevar a

profissão do arquiteto a patamares jamais pensados, uma vez que, graças ao desenvolvimento da informática, das tecnologias avançadas, de softwares computacionais e de recursos eletrônicos de última geração, o desenho arquitetônico está se voltando para um âmbito digital de hipermeios suficientemente revolucionários que permitem a visualização virtual de projetos até então não executados, os quais possibilitam a identificação global de cada desenho.

---

## 2.1 REALIDADE VIRTUAL (RV)

---

O acelerado crescimento dos meios representativos virtuais nos últimos anos tem gerado mudanças significativas nas formas de representação do desenho. Nesse contexto, a utilização de modelos virtuais para projetos arquitetônicos tem sofrido modificações, passando da confecção de representações em 2D, bidimensionais, para modelos em 3D, tridimensionais, possibilitando simulações de materiais e luzes. Essas representações podem, ainda, incorporar o que se pode denominar representações em 4D, subdividas em 4DPT<sup>3</sup> e 4DRT<sup>4</sup>. A diferença entre o 4DPT (vídeo) e o 4DRT, (cenário virtual interativo), segundo Zapata (2008a), é que no primeiro, a interatividade é predeterminada pelo autor, e o segundo é livre, interativo e determinado pelo observador, o que gera uma evolução e um aumento de informações e interatividade capazes de transportar o usuário para dentro de um cenário virtual, projetando uma realidade também virtual.

Monedero (2008, p. 21) conceitua RV como:

[...] a simulação por computador, dinâmica e tridimensional, com alto conteúdo gráfico, acústico e tátil, orientada para visualização de situações e variáveis complexas, durante a qual o usuário ingressa, através do uso de sofisticados dispositivos de entrada, a 'mundos' que aparentam ser reais, resultando a imersão em ambientes altamente participativos, de origem artificial. (Minha tradução)

Conforme Kirner & Zorzal (2005), a RV implementa interfaces em três dimensões proporcionando manipulação e visualização semelhante ao mundo real. Para tanto, utiliza artefatos como luvas e capacetes, e assim, o universo predominante é o mundo virtual e o usuário terá que estar imerso no contexto da aplicação executada dentro do computador.

Para Kirner & Tori (2004), a interação do usuário com a RV consiste na navegação que ocorre quando o usuário se movimenta no espaço tridimensional, usando algum dispositivo como o mouse 3D. A resposta é a visualização de novos pontos de vista do cenário.

Existem ferramentas que podem servir de suporte para o profissional da área de Arquitetura e Urbanismo, como é o caso do CAVE, Panoscope 360<sup>o</sup>, Projeto Tele-immersion, Google Earth e SketchUp, Software Construct 3D e Projeto Visorama.

- CAVE: (Cave Automatic Virtual Environment) ou Caverna Digital é um ambiente em forma de cubo, em cujas paredes se projetam imagens. Nesse ambiente o visitante entra em imersão por meio de projeções de imagens, as quais são percebidas em 3D com o uso de óculos estereoscópicos. Uma das funções da CAVE, é auxiliar o usuário a enfrentar traumas ou fobias, por meio de "vivências" simuladas de situações que o perturbam. É um ambiente multisensorial que pode ser aproveitado na educação de diferentes áreas, em especial, na área de Arquitetura e urbanismo, por possibilitar a movimentação do visitante e a percepção de espaços.

---

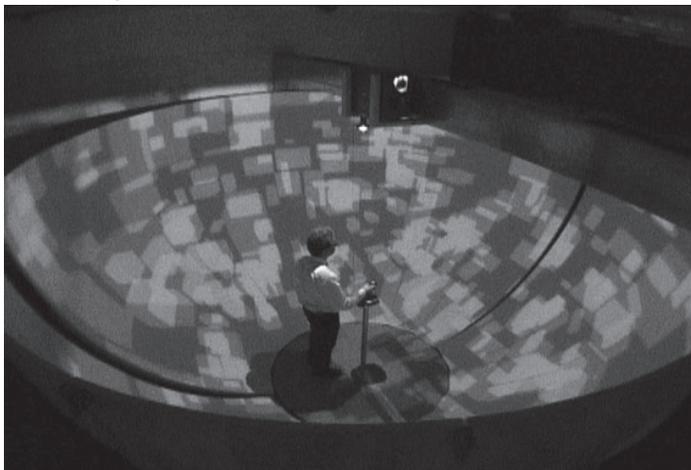
3 "A representação 4DPT (4D Past Time) pode ser entendida como um cenário virtual, com percurso fixo, predeterminado pelo autor, como é o caso de um vídeo". (ZAPATA, Héctor. **Animación y Presentación Multimedia**. Barcelona: Fundació UPC, 2008a, p. 4. (Programa de Posgrado en Simulación Visual).

4 "A representação 4DRT (4D Real Time) pode ser entendida como um cenário virtual, com percurso livre e interativo, como o caso de um jogo". (ZAPATA, Héctor. **Animación y Presentación Multimedia**. Barcelona: Fundació UPC, 2008a, p. 4. (Programa de Posgrado en Simulación Visual).

**Figura 1:** Caverna Digital da USP

Fonte: <http://www.lsi.usp.br/interativos/nrv/fotos.html#>

- **Panoscope 360°:** é um ambiente em forma de meia esfera formada por uma tela na qual se projetam imagens captadas por uma câmera adaptada. Para maior imersão, inserem-se sons que complementam as imagens projetadas. No primeiro modelo criado, o ambiente cercava apenas a cabeça do visitante. Em 1999, Luc Couchesne criou uma nova versão que envolve o usuário por completo. Nessa versão, de forma semelhante à Caverna Digital, o visitante, por meio de um ponteiro seletor de três eixos, dá vida às imagens.

**Figura 2:** Panoscope, criado por Luc Couchesne

Fonte: [www.panoscope360.com](http://www.panoscope360.com)

- **Projeto Tele-immersion:** (NTII - National Tele-immersion Initiative), é um ambiente imersivo que propicia experiências de videoconferência. Na sala, são instalados dispositivos que reconhecem a presença de pessoas e objetos. A interação acontece com a ajuda de luvas e sensores utilizados pelos usuários possibilitando

o compartilhamento de um mesmo objeto digital por pessoas que podem estar distantes fisicamente. O projeto Tele-immersion, é usado, principalmente, em reuniões e Educação a Distância.

**Figura 3:** Projeto Tele-immersion



Fonte: <http://www.vis.uky.edu/~gravity/research.htm>

- Google Earth e SketchUp: A junção dos softwares Google Earth e SketchUp (com versão básica gratuita, encontrada facilmente na internet) permite experimentações de projetos arquitetônicos e urbanísticos modelados em 3D, com uma interface simplificada. A utilização desses recursos virtuais na arquitetura e urbanismo se torna interessante e acessível, por possibilitar ao usuário a visualização geográfica e virtual do entorno de uma obra antes de sua execução.

**Figura 4:** SketchUp

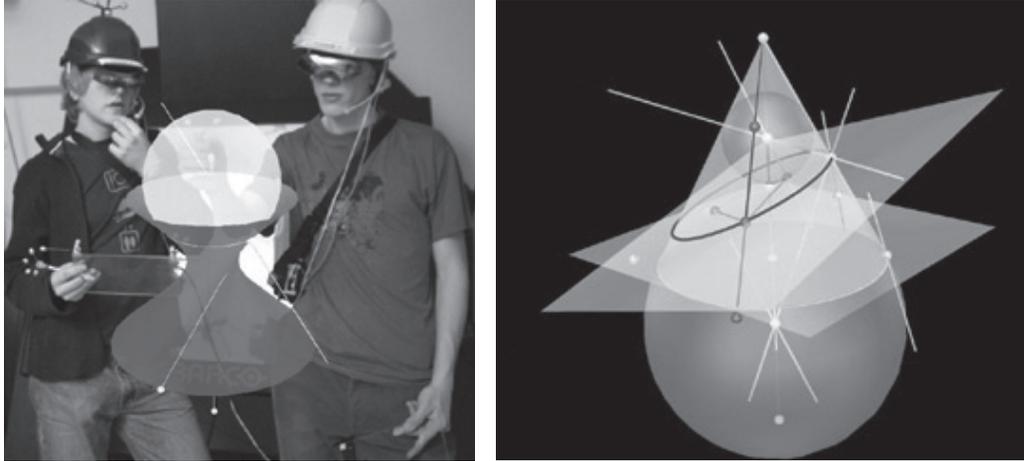


Fonte: <http://www.laudontech.com/Images/sketchup.jpg>

- Software Construct 3D: É um software criado para modelar formas em 3D, proporcionando um ambiente imersivo, e é utilizado, sobretudo, em estudos de

Geometria Descritiva. De acordo com Lima, Haguenaer e Cunha (2007, p.04) o Software Construct 3D “[...] não foi criado para ser um modelador 3D profissional e sim ‘uma simples ferramenta de construção 3D, sem animação, num ambiente imersivo com propósitos educacionais.’”

**Figura 5 e 6:** Construct 3D



Fonte: [http://www.ims.tuwien.ac.at/research/spatial\\_abilities/](http://www.ims.tuwien.ac.at/research/spatial_abilities/)

- Projeto Visorama: é um projeto de RV desenvolvido pelo Núcleo de Tecnologia da Imagem da Escola de Comunicação da UFRJ. Ele é definido como um Telescópio Virtual. É constituído por um visor estereoscópico, base de suporte, unidade de controle e um sistema de geração de imagens. No site visgraf encontra-se a seguinte referência sobre o Projeto Visorama: “Do ponto de vista da tecnologia: trata-se da criação de um novo dispositivo tecnológico, que permita uma nova visão do mundo. Do ponto de vista da arte: trata-se da criação de novas formas de representação do espaço/tempo urbano. Do ponto de vista da cidade: trata-se de um novo meio de conhecimento geopolítico”.

**Figura 7:** Visorama



Fonte: <http://velho.impa.br/outgoing/visorama/old/>

- LightSolve: é um software de plataforma simples, que permite ao arquiteto explorar várias soluções de projeto por meio de imagens formuladas pelo programa que simula a iluminação natural de forma dinâmica.

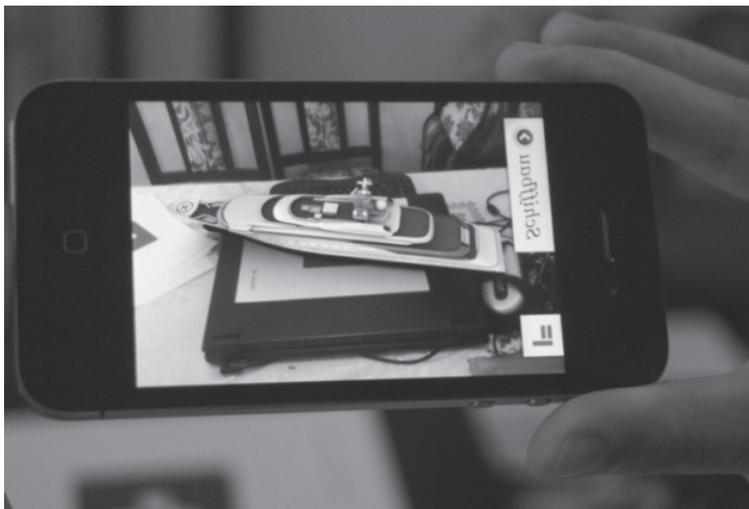
Figura 8: Software LightSolve



Fonte: Tutorial do programa disponível em: [http://daylighting.mit.edu/publications/LIGHTSOLVE\\_TUTORIAL\\_2010-05.pdf](http://daylighting.mit.edu/publications/LIGHTSOLVE_TUTORIAL_2010-05.pdf)

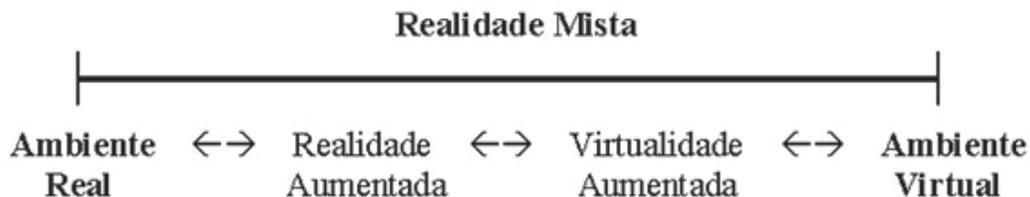
## 2.2 REALIDADE AUMENTADA (RA)

A RA é a junção da realidade real com a RV. Pesquisadores ressaltam que a RA permite a criação de um ambiente misto, em tempo real, no qual, por exemplo, um usuário dessa ferramenta, com o auxílio de óculos translúcidos, webcan ou por meio de dispositivos móveis como iPhone, iPad, Android (como é o caso da figura 09), poderá ver o mundo real com imagens virtuais, objetos tridimensionais, vídeos ou músicas, gerados por um computador. Para a implementação da RA, podem ser utilizados alguns tipos de sistemas como: sistema de visão ótica direta, sistema de visão direta por vídeo, sistema de visão por vídeo baseado em monitor, sistema de visão ótica por projeção.

**Figura 9:** Visualização de um navio em RA

Fonte: Os autores, 2011, utilizando o código da Ferchau Engineering, disponível em: [www.frechau.de/go/ar](http://www.frechau.de/go/ar)

Para Azuma (1997), a RA é uma variação de ambientes virtuais ou RV. A diferença entre RV e RA situa-se, especialmente, nos objetos virtuais, ou seja, enquanto na RV, mesmo imerso num mundo virtual o usuário não consiga ver o mundo real, na RA ele vê os objetos virtuais sobrepostos ou compostos com objetos reais e/ou entornos reais coexistindo no mesmo espaço. O esquema abaixo visa evidenciar o imbricamento existente entre RV e RA, permitindo a criação de um ambiente misto em tempo real.

**Figura 10:** Esquema de Realidade Mista

Fonte: <http://www.portaldoarquitecto.com/blog/frank-caramelo/4326-imerso-na-arquitetura-com-a-realidade-aumentada>

Ainda para Azuma (1997), a Realidade Aumentada apresenta três características essenciais:

- 1) Combina real e virtual.
  - 2) Cria interação em tempo real.
  - 3) Apresenta registros tridimensionais (3D): junção do físico com o sintético.
- As figuras abaixo são exemplos de utilização da RA.

**Figura 11 e 12:** Visualização de um avião em RA

Fonte: Os autores, 2011, utilizando o código da Ferchau Engineering, disponível em: [www.frechau.de/go/ar](http://www.frechau.de/go/ar)

Para gerar as figuras 11 e 12 foi necessária a utilização de software agregado a um dispositivo com conexão online, com capacidade de visão do ambiente real e de posicionamento dos objetos virtuais, além de acionar dispositivos tecnológicos específicos para RA. Ao ser direcionado a objetos com logos ou formas reconhecidas por RA, os elementos são substituídos por gráficos tridimensionais, previamente elaborados, enquanto o resto do mundo real permanece igual. Para tanto, é necessário fazer um cálculo do tempo real, fazer que as aplicações calculem precisamente, em tempo real, o ponto de vista do usuário, para que os objetos do mundo virtual estejam corretamente ajustados com os objetos do mundo real.

Nas figuras 11 e 12 foram utilizados tanto o código quanto a imagem da empresa Ferchau Engineering, para a visualização do avião em RA, diferente das figuras 13 e 14, em que o código foi baixado do site da empresa Bakia, enquanto as imagens, duas cadeiras, foram criadas pelo autor, para a exemplificação desse tipo de possibilidade.

**Figura 13 e 14:** Visualização de cadeiras em RA

Fonte: Os autores, 2011, utilizando o código da Bakia, disponível em: [www.mundobakia.com](http://www.mundobakia.com)

Outra forma do usuário utilizar a RA captando a imagem por meio da webcam e interagindo com a imagem pode ser visualizado na figura 15. No site Para Sempre Cristo Redentor, há as indicações dos procedimentos a serem utilizados para tal: “Imprimir a marca (clique aqui para baixar), ligue a sua webcam e autorize a captura de imagem, vire a marca que você imprimiu para a webcam”. Após a captura da marca pela webcam, é gerada a imagem do Monumento do Cristo Redentor. Além da visualização da imagem o usuário ainda tem a possibilidade de obter curiosidades sobre o Monumento e até rotacionar a imagem em 360 graus, obtendo detalhes sobre ela.

**Figura 15:** Visualização do Cristo Redentor em RA

Fonte: Os autores, 2011, utilizando a marca, disponível no site: [www.parasemprecristoredentor.com.br](http://www.parasemprecristoredentor.com.br)

Na imagem 16 há outro tipo de recurso para a visualização de artefatos arquitetônicos, visualizados por meio de RA. A imagem, utilizada para fins publicitários, permite ao leitor da revista, capturar o código impresso na propaganda, utilizando-se de um dispositivo móvel.

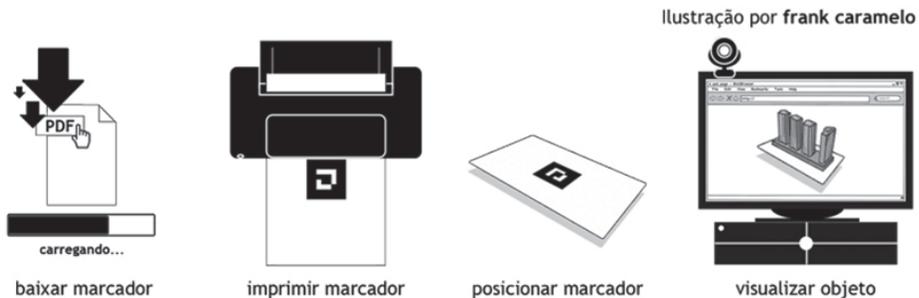
Ao analisar a imagem apresentada na figura 16, pode-se perceber a contribuição que a Realidade Aumentada pode dar ao profissional de arquitetura e urbanismo, pois em vez de uma simples figura, o leitor tem a possibilidade de visualizar em diferentes ângulos todo o empreendimento projetado pelo arquiteto. Tal recurso favorece tanto o profissional de arquitetura, por redimensionar a sua proposta, quanto o usuário, que tem a possibilidade de visualizar seu futuro empreendimento antes mesmo de ele sair do papel.

**Figura 16:** Visualização de artefato arquitetônico em RA

Fonte: <http://www.portaldoarquiteto.com/blog/frank-caramelo/4326-imerso-na-arquitetura-com-a-realidade-aumentada>

Enquanto na RV o usuário é envolvido pelo ambiente virtual e utiliza-se de dispositivos capazes de captar seus movimentos, como óculos, luvas, capacetes, sensores de movimento, CAVE, na RA a visualização do objeto depende de um marcador ou código, o qual deve ser impresso e posicionado de tal forma que a webcam do computador ou de um dispositivo móvel o capte. A figura 17 ilustra uma possibilidade de visualização de artefato arquitetônico em RA.

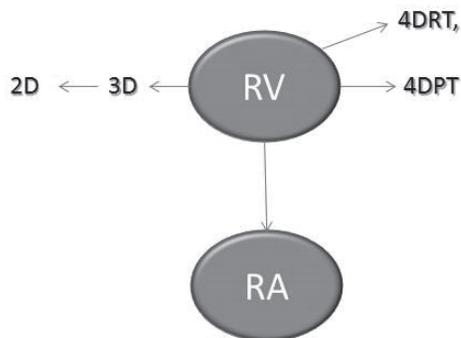
**Figura 17:** Visualização de artefato arquitetônico em RA



Fonte: <http://www.portaldoarquitecto.com/blog/frank-caramelo/4326-imerso-na-arquitetura-com-a-realidade-aumentada>

Por fim, no esquema abaixo se pode perceber a retroalimentação da RV para a RA. A RA só existe se houver recursos advindos de RV: já a RV não necessita da RA para existir. A RV permite ao usuário a visualização de objetos em 2D, 3D, 4DRT ou 4DPT, ampliando-lhe sobremaneira as possibilidades, em muitos casos, não só de visualizar o artefato desenhado, mas de interagir com ele.

**Figura 18:** Esquema da RV para a RA



Fonte: Os autores, 2011

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo objetivou discutir a relevância do uso da RV e da RA para a execução de projetos na área de Arquitetura e Urbanismo.

Percebeu-se que a RV implementa interfaces em três dimensões, proporcionando manipulação e visualização semelhante ao mundo real, utilizando-se de artefatos como luvas e capacetes, projetando um mundo virtual e permitindo que o usuário interaja com este mundo.

Já a RA permite ao usuário a visualização do mundo real com a sobreposição ou combinação de objetos virtuais e sons, os quais, em vez de substituir a realidade, complementam-na. Assim, em Arquitetura e Urbanismo, pode-se dizer que o objetivo do uso da RA é o de que o cliente tenha a sensação de que objetos virtuais e reais coexistam em um só lugar e que possam, ambos, ser manipulados por ele.

Considera-se, portanto, que analisar a utilização de RV e de RA na execução de diferentes tipos de projetos seja de extrema relevância para arquitetos e urbanistas, uma vez que estes, direta ou indiretamente, dependem do desenho tanto para a atuação profissional quanto para a visualização e comercialização do produto final.

## REFERÊNCIAS

AZUMA, R. T. **A Survey of Augmented Reality**. Disponível em: <[http://www.cs.unc.edu/~azuma/azuma\\_publications.html](http://www.cs.unc.edu/~azuma/azuma_publications.html)>. Acesso em: 15 ago. 2011.

BARTRINA, Lluís Villanueva. **Historia de la representación arquitectónica y del diseño**. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2008. (Curso de Doctorado).

FERNÁNDEZ, Miguel A. **Balnearis, Aigua, Arquitectura**. In: INDE, Jan, Barcelona, 2004.

KIRNER, C. ; ZORZAL, E. R. . **Aplicações Educacionais em Ambientes Colaborativos com Realidade Aumentada**. In: XVI Simpósio Brasileiro sobre Informática na Educação, 2005, Juiz de Fora - MG. Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Porto Alegre - RS: Sociedade Brasileira de Computação - SBC, 2005. v. 1. p. 114-124.

KIRNER, Claudio; TORI, Romero. **Introdução à Realidade Virtual, Realidade Misturada e Hiper-realidade**. Cap. Livro Realidade Virtual: Conceitos, Tecnologia e Tendências. 1ed. São Paulo, 2004, v. 1, p. 3-20.

LEVY, Pierre. **A inteligência coletiva. Por uma antropologia do ciberespaço**. São Paulo: Loyola, 1999.

\_\_\_\_\_. **As Tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Editora 34, 2006.

LIMA, A.J.R; HAGUENAUER, C.J.; CUNHA, G.G. A Realidade aumentada no ensino de Geometria Descritiva. **GRAPHICA**, Curitiba, 2007. Disponível em: <[http://www.degraf.ufpr.br/artigos\\_graphica/AREALIDADE.pdf](http://www.degraf.ufpr.br/artigos_graphica/AREALIDADE.pdf)>. Acesso em: 13 ago.2011.

MACHADO, Liliane dos Santos; NETTO, Antônio Valério; OLIVEIRA, Maria Cristina F. **Realidade Virtual – Fundamentos e Aplicações**. Florianópolis, SC: Editora Visual Books, 2002.

MONEDERO, Javier. **La Realidad Virtual**. Barcelona. Fundació UPC, 2008. (Programa de Posgrado en Simulación Visual)

\_\_\_\_\_, **2D, 3D, 4D**: una exploración sobre los límites y la necesidad de redefinición de la disciplina. In: Re-visión, enfoques en docencia e investigación: actas del IX Congreso Internacional [de] Expresión Gráfica Arquitectónica. España: Universidade da Coruña, 2002.

PUEBLA PONS, Joan. **Neovanguardias y representación arquitectónica**: la expresión innovadora del proyecto contemporáneo. Barcelona: Edicions UPC, 2002.

ZAPATA, Héctor. **Animación y Presentación Multimedia**. Barcelona: Fundació UPC, 2008a. (Programa de Posgrado en Simulación Visual)

ZAPATA, Héctor. **Creación de escenarios virtuales**. Barcelona :. Fundació UPC, 2008b. (Programa de Posgrado en Simulación Visual)