

Luz natural: avaliação dinâmica e interativa nos ambientes arquitetônicos virtuais

Evaluating Daylight in Dynamic and Interactive Virtual Architectural Environments

Evangelos D. Christakou

Universidade de Brasília, Brasil

✉vangelis@unb.br

ABSTRACT

Real time walkthrough is a valuable resource, especially in the early stages of the design process. Assessing how shadows and reflections behave enables architects to make better choices regarding materials, geometry and lighting. Traditional methods do not offer daylight simulations in real time, whereas interactive visualization requires large computational resources to allow an evaluation of behavior of light in architectural space. This project researched virtual environments that permit the real-time generation of interactive scenes that simulate natural light algorithms modeled. The goal of this is to meet the needs of architects when evaluating the changes of a dynamic and synchronous project .

KEYWORDS: computer simulation, real-time rendering, architectural walkthrough

A visualização por meio do computador, em tempo real, das alterações propostas pelo arquiteto durante o processo de projeção é um recurso valioso, principalmente nas fases iniciais. O uso da visualização computacional permite prever o espaço por meio de passeios internos ou externos. Avaliando o modo em que as sombras e os reflexos se comportam, podem-se fazer melhores escolhas em relação aos materiais, geometria e iluminação. Os métodos tradicionais como *ray tracing* ou *radiosity* provêm muitos recursos para tais tarefas por meio da imagem de síntese. Contudo, estes algoritmos não oferecem a possibilidade de que o observador perceba as alterações da cena em tempo real. A visualização interativa exige grandes recursos computacionais, o que, em geral, impõe simplificações na interatividade ou o emprego de modelos de cálculos da iluminação simplificados que não permitem uma avaliação do comportamento real da luz no espaço arquitetônico, dado que os resultados assim obtidos na simulação não correspondem aos valores radiométricos do mundo real. Esta pesquisa investigou os ambientes virtuais que possibilitam gerar, em tempo real, cenas interativas que simulam a luz natural modelada por algoritmos fisicamente corretos. O objetivo é atender a necessidade do arquiteto de avaliar as modificações do projeto de forma dinâmica e sincrônica.

Estudou-se a possibilidade de incluir a percepção e avaliação visual, qualitativa - além da quantitativa - de um ambiente vir-

tual que represente o espaço projetado em tempo real, que permita ao arquiteto tomar decisões com a convicção de que o que vê na tela do computador, com a qual interage, é uma predição confiável e precisa da realidade lumínica.

Visão histórica dos ambientes virtuais

Segundo Grau (2003), a origem do processo de instalação de um observador em espaços fechados para obter a ilusão de um espaço abstrato surgiu muito antes do advento dos computadores digitais. Os afrescos nos jardins da *Villa dei Misteri* em Pompéia, alguns exemplos de espaços ilusionistas da Renascença como a *Sala delle Prospettive* e posteriormente o excepcional veículo de imagens ilusionistas, o Panorama de Robert Baker, demonstram a tradição européia em criar imagens de ilusão visando a imersão (Grau, 2003).

O primeiro dispositivo de realidade virtual se confunde com o próprio nascimento da perspectiva: trata-se da famosa experiência da *tavoletta*, realizada no *Quattrocento* por Brunelleschi (Parente, 1999).

Ainda segundo Parente (1999), seguiram-se diversos dispositivos imagéticos criados nesta época: *Kaleidoscópio* (David Brewster, 1815), *Thaumatópio* (John Paris, 1825), *Phenakistis-*

cópio (Joseph Plateau, 1830), *Estroboscópio* (Simon Ritter von Stampfer, 1834), *Zootrópio* (William George Horner, 1835).

O Panorama é o primeiro dispositivo imagético a proporcionar imersividade, ainda no século XVIII. O Panorama é um tipo de pintura mural (patenteada em 1787 por Robert Barker), construída em um espaço circular (rotunda) em torno de uma plataforma central, de onde os espectadores podiam observar um dos espetáculos imagéticos mais apreciados do século XIX. Basta lembrar que eles eram construídos em rotundas equivalentes a dois ou três andares (Parente, 1999).

“Os panoramas eram tão monumentais como sistema de representação – em geral eles nos davam uma visão monumental da natureza e da história – quanto como sistema arquitetônico” (Parente, 1999, p. 125). Na verdade, trata-se de um sistema que está na origem de uma série de questões fundamentais atuais, entre as quais encontram-se as questões da imersividade do cinema, dos parques temáticos e dos atuais sistemas de realidade virtual.

Recentemente, foi desenvolvido um número de sistemas que utiliza técnicas de renderização baseada em imagens para a visualização de ambientes virtuais. A representação utilizada por alguns desses sistemas simula um panorama, pintura mural utilizada desde o século XIX como uma forma de expressão da imagem. Chamamos essa representação de panorama virtual. Em um panorama virtual, o usuário permanece em um ponto fixo, podendo olhar ao seu redor em qualquer direção (Matos, Gomes e Velho, 1997, sp).

Na busca do Panorama virtual, Chen (1995) apresenta uma abordagem que utiliza imagens sintéticas panorâmicas cilíndricas para compor o ambiente virtual ajustado em tempo real. Para tal fim, utiliza os mesmos conceitos do Panorama de Robert Barker, mas em formato digital e não imersivo. As imagens panorâmicas cilíndricas podem ser geradas por câmaras panorâmicas específicas ou pelo processo conhecido como *stitching*, que “costura” diversas imagens sobrepostas (até obter uma visão 360º) obtidas por uma câmera fotográfica.

Neste sistema, o observador pode alterar o ponto de vista dinamicamente e visualizar as alterações em tempo real (exceto nas direções cima/baixo). Como o observador não se move, as interações especulares podem ser exibidas corretamente (Ward, 1996).

Os ambientes virtuais aplicados na visualização e representação do espaço construído

A visualização computacional pode ser categorizada de duas formas, de acordo com possíveis interações da interface entre os dados de entrada/saída e o usuário. O primeiro enfoque trata da interação assíncrona, (ou *rendering off-line*), que se baseia em um processo de seqüência linear: entrada de dados, computação e em seguida apresenta-se a saída, que é uma imagem sintética estática. Esse enfoque é considerado assíncrono, pois existe uma demanda considerável de tempo

de processamento computacional, o que provoca intervalos de esperas entre a entrada e a saída.

Na interação assíncrona a seqüência de ações do usuário deve seguir os passos previamente estabelecidos na interface do software. Por outro lado, na interação síncrona, essencialmente todo o procedimento é dinâmico e interativo, ou seja, ao longo do processo é permitido ao usuário promover alterações das propriedades de cada um dos elementos da cena. As imagens dinâmicas refletem o resultado destas alterações em tempo real.

Na simulação síncrona (Fig. 1) as saídas são retroalimentadas em tempo real e a análise qualitativa do espaço arquitetônico acontece dinamicamente, em resposta as ações do usuário.

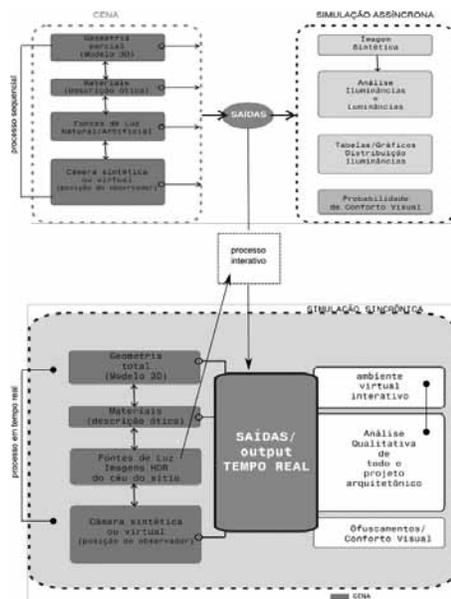


Figura 1. Comparação do modo assíncrono (superior) com o síncrono (inferior)

Nesta pesquisa, a simulação síncrona tem como objetivo simular a luz natural (LN) e apresentar as saídas em tempo real (TR), na medida em que os atributos da cena são alterados. Além de precisos, os algoritmos precisam ser rápidos o suficiente para computar, em TR, cada ação e reação do usuário. Este ciclo de ação/reação/rendering deve acontecer em uma freqüência suficiente para que o usuário perceba-se em um ambiente dinâmico e não visualize apenas uma seqüência de imagens, fotograma (frame) a fotograma (como uma apresentação de fotografias).

Além da simulação síncrona, a visualização pode se beneficiar da imersão do observador, que se caracteriza por ser um processo mental tão absorvente que causa a mudança de um estado mental a outro. A imersão ocorre quando os limites do *self* se tornam mais transparentes e a distancia crítica do tema diminui. Ela também se caracteriza por um aumento do envolvimento emocional no que está acontecendo (Grau, 2003).

A discussão sobre as bases de construção dos mundos imersivos não está mais somente relacionada à mimese, numa visão grega de iludir a realidade por semelhança da aparência, mas a graus de realismo por comportamentos, oferecidos por gestualidades da ordem da mímica, ou da gestualidade respondida (Domingues, 2003, p. 209).

Por outro lado, a interatividade proporcionada pelas mídias eletrônicas e digitais através dos ambientes virtuais imersivos em seus diversos graus permite apreender e experimentar a ambiência arquitetônica de forma holística, codificando-a de modo cada vez menos dependente do seu suporte físico, ou seja, do sítio físico e da construção real (Duarte, 1999).

Fora dos aspectos técnicos da geração da imagem, a visualização computacional do espaço arquitetônico tem despertado estudos sobre a natureza da similaridade entre o que é representado e o que é real. Castells afirma que “[...] na comunicação interativa humana, independentemente do meio, todos os símbolos são, de certa forma, deslocados em relação ao sentido semântico que lhes são atribuídos. De certo modo, toda realidade é percebida de maneira virtual” (2007, p. 459).

Não se trata de discutir a distinção semântica entre o virtual e o real no mundo do “faz-de-conta” navegado por meio das imagens sintéticas quando as aparências transformam-se na experiência per se (Castells, 2007).

O artista da renascença era capaz de iludir a própria natureza com o suporte da técnica visual da perspectiva. A imersão no espaço virtual foi incrementada, de forma convincente, quando antes era apenas uma alusão (Grau, 2003).

O arquiteto, por dever do ofício, pode visualizar o futuro edifício através de desenhos essencialmente técnicos compostos por projeções geométricas horizontais e verticais (plantas, cortes e vistas). A partir destas projeções, cria uma imagem mental do espaço tridimensional, capacidade conhecida como “visão espacial” do arquiteto. Contudo, nem todos podem visualizar o espaço projetado a partir destas projeções bidimensionais. O diálogo entre o arquiteto e sua obra não pode dispensar o auxílio das ferramentas tridimensionais de visualização, desde que estas facilitam a tarefa de imaginar os espaços e aferir seus atributos.

A visualização interativa provê um elo entre dois poderosos sistemas de processamento de informações: a mente humana e o computador, que permite aprofundar o entendimento do espaço tridimensional combinando dados adquiridos da luz, cor e texturas do mundo real e alimentando a representação virtual do mesmo (Kirner et al., 2004).

A simulação da visualização do espaço arquitetônico interno e externo fundamenta-se de diferentes maneiras, ultrapassando as previsíveis diferenças de escala geométrica. Em cenas externas, os fundamentos dos efeitos atmosféricos manifestam-se na mudança e saturação das cores de objetos distantes do observador. Outro fundamento trata da iluminação nas cenas externas, que é principalmente originada diretamente do sol e da

abóbada celeste. Por outro lado, nas cenas internas este fundamento manifesta-se nas inúmeras fontes indiretas, além das diretas acima mencionadas (Preetham, Shirley e Smits, 1999).

Segundo Zevi (1984), o espaço interior é o protagonista do fato arquitetônico e sua percepção perfeita somente pode acontecer por experiência direta. No entanto, segundo esta pesquisa, os ambientes virtuais interativos podem aproximar a percepção e a vivência de espaços que não podem ser experimentados diretamente, tais como aqueles ainda por construir ou que não existem mais, no caso de edifícios de sítios arqueológicos.

Conclusões

Diante do poder computacional disponível atualmente, a experiência sensorial indireta da ambiência arquitetônica pode ser concretizada em ambientes virtuais pelo uso de recursos da simulação computacional, incluídas as variações temporais, além das espaciais.

Para a arquitetura, a evolução dos programas computacionais e dos instrumentos de simulação trouxe um novo patamar às possibilidades de geração de projetos. No entanto, as ferramentas disponíveis ainda não estão totalmente integradas ao fluxo de projeção do arquiteto. As ferramentas CAD foram propostas inicialmente como auxílio à representação bidimensional e posteriormente permitiram a geração de modelos tridimensionais e passeios virtuais no espaço projetado.

Nesse sentido, concorda-se com Duarte (1999), que entende as imagens sintéticas não apenas como imagens finais, mas também um modelo de simulação. Elas trazem consigo uma das possibilidades: a que no momento é visualizada; todas as outras que foram ou poderiam ser experimentadas, mas embora visualmente ausentes, estão logicamente contidas nos modelos numéricos que fundamentam a sua geração.

O arquiteto precisa fazer suas simulações seguindo um caminho abstrato previamente traçado, mas devido à demora e à dificuldade em gerar resultados, deixa de explorar outros caminhos possíveis. Perde-se muito tempo para se produzir uma simples simulação com o sistema tradicional (ferramentas atualmente disponíveis).

A indústria de entretenimento tem conseguido grande desenvolvimento tecnológico, especialmente no que diz respeito à representação das cenas e dos seus componentes, muito mais do que na própria representação da ação dos personagens. Além dos jogos eletrônicos, essas produções estão muito presentes nos efeitos especiais espetaculares do cinema. Os processos de interatividade e tecnologia de hardware/software especificamente desenvolvidos para os jogos eletrônicos têm tido um desenvolvimento tecnológico em progressão que se adianta à Lei de Moore (1965), segundo a qual os processadores conseguiriam duplicar a capacidade de processamento a cada 18 meses. O desempenho das GPUs (hardware espe-

cífico dos jogos eletrônicos) tem crescido mais rapidamente do que Moore (1965) preconizava, duplicando ou até mesmo triplicando o poder de processamento gráfico em apenas um ano (Galoppo et al, 2005).

Aparentemente, há oportunidade para que os softwares dedicados à simulação computacional que assistem ao processo de projeção do espaço arquitetônico se apropriem do resultado dos investimentos da indústria de entretenimento.

Referências

- Castells, M. (2007). *A sociedade em rede. A era da informação: economia, sociedade e cultura* (10ª ed., vol. 1). São Paulo: Paz e Terra.
- Chen, S. E. (1995). *QuickTime VR – An Image-Based Approach to Virtual Environment Navigation*. Documento procedente do 22nd Annual ACM Conference on Computer Graphics, Los Angeles, Estados Unidos.
- Domingues, D. (2003). Imersão e autopoiesis: a estética e a construção de mundos poéticos de realidade virtual. Em Medeiros, M. (Org.). *A arte pesquisa*, 1, 205-220. Brasília: Dupli-gráfica Editora.
- Duarte, F. (1999). *Arquitetura e tecnologias de informação - da Revolução Industrial à revolução digital*. São Paulo: Ed. Unicamp.
- Galoppo, N.; Govinaraju, N.K.; Henson, M. e Manocha, D. (2005). *LU-GPU: Efficient Algorithms for Solving Dense Linear Systems on Graphics Hardware*. Documento procedente dos Proceedings of the 2005 ACM/IEEE conference on Supercomputing.
- Grau, O. (2003). *Virtual Art: From Illusion to Immersion*. Boston: MIT Press.
- Kirner, C.; Kirner, G. T.; Calonego, N. e Buk, V. C. (2004). *Uso de realidade aumentada em ambientes virtuais de visualização de dados*. Documento procedente dos Proceedings of the 7th Symposium on Virtual Reality - SVR2004. São Paulo: Editora SENAC.
- Matos, A.; Gomes, J. e Velho, L. (1997). *Um Visualizador de Panoramas Matriciais*. Documento procedente dos Anais do X SIBGRAPI.
- Moore, G. (1965). Cramming More Components Onto Integrated Circuits. Em *Electronics*, 38 (8).
- Parente, A. (Org.) (1999). *Imagem-máquina: a era das tecnologias do virtual*. Rio de Janeiro: Editora 34.
- Preetham, A.J.; Shirley, P. e Smits, B. (1999). *A Practical Analytic Model for Daylight*. Documento procedente dos Proceedings of the 26th annual conference on Computer graphics and interactive techniques. New York: ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co.
- Ward, G. L. (1996). *Tools for Lighting Design and Analysis: Global Illumination in Architecture and Theater*. Documento procedente de Siggraph 1996 Course Notes.
- Zevi, B. (1984). *Saber ver a arquitetura* (5ª ed.). São Paulo: Martins Fontes, 286.