



O PROCESSO DE PROJETO ARQUITETÔNICO MEDIADO POR COMPUTADOR: UM ESTUDO DE CASO COM O ARCHITECTURAL DESKTOP

Gabriela Celani
Giovana Godoi
Gelly Rodrigues

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil,
Arquitetura e Urbanismo (FEC).
{celani, gigodoi,gelly}@fec.unicamp.br

RESUMO

Recentemente têm surgido alguns sistemas CAD que, além de permitirem a representação em todas as etapas do projeto, se propõem também a "colaborar" na sistematização do processo projetual. Diante desse contexto, a presente pesquisa buscou investigar as possíveis influências que um sistema CAD como esse pode ocasionar no processo de projeto em arquitetura. Foi realizada uma leitura crítica do Architectural Desktop e sua proposta para o processo de projeto. Trata-se de uma pesquisa de caráter exploratório, na qual se realizou uma modelagem do processo de projeto estabelecido pela ferramenta, além de uma categorização do software de acordo com uma classificação proposta por Mitchell. Espera-se que o resultado da pesquisa possa ajudar estudantes e também profissionais de arquitetura a desenvolverem um posicionamento crítico em relação ao uso de programas de CAD no processo de projeto.

Palavras-chave: CAD, metodologia de projeto, computador.

ABSTRACT

Some of the recently released commercial CAD tools for architectural design, propose to help in the design process, going beyond simple representation. In this context, the present research aimed at investigating the possible influences of such CAD systems in the design process in architecture. A critical analysis of AutoDesk's Architectural Desktop was carried out, in order to understand the design sequence proposed by this software. In this exploratory research the design method proposed by the software was modeled, and the software was

ranked according to Mitchell's categories. The results are expected to help students and architects to develop a more critical understanding in the use of CAD software in the design process.

Palavras-chave: CAD, design methods, computer.



1 Introdução

De acordo com Gero (1994 *apud* CELANI, 2002) desde os anos 60, tem havido duas linhas principais de desenvolvimento do CAD (*computer-aided design*), a primeira voltada apenas para a representação geométrica e topológica de objetos projetados e a segunda voltada para a representação e uso do conhecimento como forma de auxiliar a síntese do projeto. Enquanto a primeira é mais difundida e alcança o grande público, a segunda abordagem tem sido usualmente restrita a aplicações específicas e experimentais, o que inclui implementações de sistemas generativos e os chamados *knowledge-based systems* ou sistemas especialistas. Mais recentemente, contudo, tem havido uma convergência desses dois objetivos, e têm surgido alguns sistemas CAD que, além de permitirem a representação em todas as etapas do projeto, se propõem também a colaborar no processo projetual.

Algumas pesquisas realizadas com arquitetos brasileiros que utilizam pacotes de CAD genéricos - como AutoCAD e FormZ - indicam que o papel desses sistemas no processo de projeto ainda se limita, em geral, à visualização volumétrica e à representação precisa do projeto, enquanto que a fase de concepção costuma se dar por meio do sistema tradicional do lápis e papel (PINTO, 2000). Esse tipo de uso do computador, no Brasil, está provavelmente relacionado à dificuldade que muitos arquitetos possuem em manipular os sistemas CAD atuais, o que é em parte acentuado pela abordagem que é dada à informática no currículo das escolas de arquitetura do país que deixa dúvidas quanto a sua efetiva utilização no processo de projeto e acaba contribuindo para uma visão simplificada da ferramenta.

O curso de Arquitetura e Urbanismo da FEC-UNICAMP, entretanto, tem demonstrado desde a sua criação uma grande preocupação em introduzir a informática de maneira mais integrada ao processo de projeto, por meio da utilização de softwares que não se restringem apenas à representação de objetos projetados, mas que também possibilitam o uso mais interessante do computador como verdadeiro auxiliar do processo de projeto. Esse é o caso do pacote Architectural Desktop da Autodesk[®], adotado nas disciplinas de introdução ao CAD devido aos recursos que permitem trabalhar diretamente em um modelo tridimensional, a partir do qual as projeções ortogonais podem ser extraídas automaticamente. Acredita-se que estes recursos possam incentivar o raciocínio espacial desde as etapas iniciais do projeto arquitetônico.

Apesar do alto impacto dos sistemas CAD na arquitetura contemporânea, são poucos os trabalhos que se propõem a realizar análises críticas desses sistemas. Uma dessas exceções pode ser encontrada no trabalho publicado por Prata *et al* (2000), sobre o processo de projeto resultante da utilização da primeira versão do Architectural Desktop (ADT). Esse trabalho explora as possibilidades de auxílio da ferramenta ADT no processo de projeto sem, no entanto, verificar as conseqüências dessa utilização. Mais recentemente, Senagala (2003), no artigo intitulado *Deconstructing AutoCAD*, se propôs a analisar a interface do AutoCAD e suas

características mais gerais, que se assemelham às de outras ferramentas CAD, mas sem abordar a questão do processo de projeto.

Tendo em vista esses antecedentes, a questão principal que se objetivou responder na presente pesquisa foi: quais as influências que um sistema como o Architectural Desktop pode ocasionar no processo de projeto em arquitetura? Para responder a esta pergunta, fez-se necessário realizar uma análise sistematizada do Architectural Desktop em relação às bases teóricas do CAD e no que diz respeito ao uso do computador no processo de projeto. Uma modelagem do método sugerido pelo Architectural Desktop também foi elaborado, a fim de explicar as etapas de projeto propostas pelo sistema investigado.

2 Objetivos

A presente pesquisa tem o intuito principal de analisar o método de projeto arquitetônico desenvolvido com o auxílio do computador, mais especificamente com o sistema Architectural Desktop 3.3, e como este pode influenciar o processo de projeto. Trata-se de um trabalho de caráter exploratório, que objetiva promover um posicionamento crítico em relação ao uso de sistemas CAD e conseqüentemente ajudar o arquiteto ou estudante de arquitetura a melhor estruturar e gerenciar o seu processo de projeto.

3 Métodos

Na tentativa de examinar o processo de projeto executado por meio do Architectural Desktop 3.3, investigou-se inicialmente as bases teóricas do CAD e as alternativas de uso do computador pelo arquiteto no que diz respeito ao projeto de arquitetura. A partir desse apanhado teórico, foi possível então, determinar o nível de pretensão do Architectural Desktop 3.3 em relação ao processo de projeto e definir a maneira como o arquiteto pode utilizar a ferramenta para resolver alguns dos problemas de projetos em arquitetura.

A pesquisa dividiu-se em duas etapas iniciais. O primeiro momento consistiu no estudo sistematizado das idéias de William J. Mitchell, apresentadas em *The theoretical foundation of computer-aided architectural design* (1975). Nesse artigo o autor faz uma discussão geral sobre o processo de resolução de problemas de projeto e as bases teóricas do CAD. A relação estabelecida por Mitchell (1975) entre o arquiteto e o computador como participantes do processo de projeto foi adotada para o estudo do Architectural Desktop 3.3 como ferramenta de projeto. No segundo momento da pesquisa foram estudadas as idéias de Bryan Lawson, apresentadas no livro *How designers think* (1997), mais especificamente o capítulo 16, intitulado "*Designing with computers*". As discussões apresentadas pelo autor são também utilizadas como referência por analisar o uso do CAD no processo de projeto.

3.1 Uso do CAD no processo de projeto

Ao falar sobre o uso CAD no processo de projeto em seu artigo *The theoretical foundation of computer-aided architectural design*, Mitchell (1975) discute como pode ser feita a divisão de tarefas entre o arquiteto e o computador, de acordo com um determinado grau de ambição do

uso da máquina, e como esta distribuição pode contribuir para a automação do processo de projeto. Para ele o uso menos ambicioso do computador consiste em dar-lhe apenas funções de representação, deixando a responsabilidade pela geração e avaliação de soluções com o projetista.

Em um grau de ambição um pouco mais elevado, por sua vez, Mitchell (1975) destaca que o computador pode receber a função de avaliar as soluções produzidas pelos projetistas, como atualmente acontece nos sistemas de avaliação de conforto ambiental, por exemplo. A etapa seguinte consiste na geração de alternativas pelo computador e sua avaliação por projetistas humanos. O nível seguinte consistiria na geração e avaliação de alternativas pelo computador. No entanto, para que a avaliação e/ou a geração sejam feitas pelo computador, é preciso que o projetista estabeleça inicialmente critérios muito bem definidos para estas tarefas.

Para Mitchell (1975), o uso mais ambicioso do computador consistiria na tentativa de utilizá-lo na solução inteligente de problemas mal definidos, feito que dependeria de técnicas muito avançadas de inteligência artificial.

A relação do arquiteto e o computador como participantes do processo de projeto, exposto por Mitchell (1975) em *The theoretical foundation of computer-aided architectural design*, é sintetizada na Tabela 1.

Tabela 1: Níveis de pretensão no uso de sistemas CAD.

Grau de Ambição	Funções da Máquina	Funções Humanas	Crítérios para geração	Crítérios para avaliação	Exemplos
Menor	Representação de alternativas	Geração e avaliação de alternativas	Bem ou mal definidos	Bem ou mal definidos	Sistemas de gerenciamento de banco de dados programáticos e descritivos de edifícios, produção de perspectivas e desenhos executivos, etc.
Médio Baixo	Avaliação de alternativas	Geração de alternativas	Mal definidos	Bem definidos	Sistemas de avaliação térmica, acústica, luminica, estrutural, etc.
Médio	Geração de alternativas	Avaliação de alternativas	Bem definidos	Mal definidos	Enumeração sistemática de todas as alternativas de organização de uma planta, onde a seleção da melhor depende de conceitos arquitetônicos sutis
Médio Alto	Geração e avaliação de alternativas	-	Bem definidos	Bem definidos	Programas de otimização
Alto	Geração e avaliação de alternativas	-	Mal definidos	Mal definidos	CAD inteligente

No que se refere às idéias apresentadas por Lawson (1997) em *How Designers Think*, já em plena década de 1980, ano de publicação da primeira edição do livro, o autor afirmava que muitos arquitetos teriam computadores em seus escritórios e muitos deles fariam uso deles para desenhar, entretanto poucos usariam o computador como verdadeira ferramenta de projeto como a indústria de CAD acreditava que aconteceria. Para consolidar essa afirmação, o autor sugere maneiras como os computadores poderiam ser utilizados no processo de projeto: na geração de soluções, na avaliação de soluções e por meio de sistemas especialistas, de maneira similar ao exposto por Mitchell (1975).

Lawson (1997) ao analisar o uso do CAD para a geração de soluções, pôde constatar que essa expectativa era uma crença antiga. Os arquitetos, ao compreenderem mais sobre a

natureza do processo de projeto e mais sobre os computadores e suas limitações, tornaram-se menos ambiciosos em relação à geração automática de projetos, derrubando assim qualquer expectativa de geração de soluções pela máquina. Já no que diz respeito à avaliação de soluções, Lawson (1997) define esse requisito como a tarefa mais simples desempenhada pelo computador. O autor afirma que o computador é responsável por auxiliar as idéias do arquiteto, indicando, por exemplo, como o projeto pode ser desenvolvido, visualizado ou viabilizado em termos de custos da edificação.

Nesse aspecto, Lawson (1997) ainda destaca o uso de sistemas especialistas (SE) como forma de ajudar os arquitetos na resolução de alguns dos problemas de projetos. O intuito principal desses sistemas consiste em reproduzir o comportamento de um especialista humano para resolver problemas em um determinado domínio, mas, como essa atividade geralmente envolve tarefas complexas de aprendizado e recuperação de dados, a estrutura básica de um SE é constituída por uma base de regras, uma memória de trabalho e um motor de inferência, conforme mostra a Figura 1.

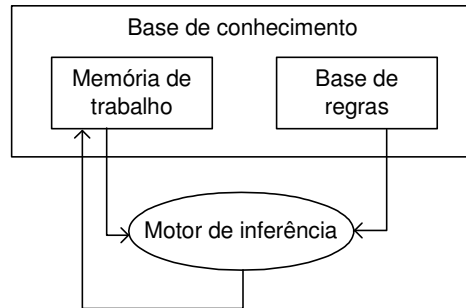


Figura 1: Estrutura de um sistema especialista.

Fonte: Bittencourt, 2001.

Bittencourt (2001), em seu livro *Inteligência Artificial*, define a memória de trabalho e a base de regras como os requisitos fundamentais para o entendimento do SE. É na memória de trabalho que as informações sobre um determinado assunto são armazenadas no momento de sua atividade, e através da base de regras existente no sistema é que são realizados os questionamentos sobre a representação do conhecimento da memória de trabalho. O motor de inferência é o responsável por avaliar e aplicar as regras de acordo com as informações da memória de trabalho.

A partir das idéias defendidas por Mitchell (1975) e Lawson (1997), e da definição de sistema especialista apresentadas por Bittencourt (2001), foi possível realizar uma análise minuciosa do Architectural Desktop e estabelecer uma modelagem do processo de projeto proposto pela ferramenta.

4 O Architectural Desktop 3.3

A idéia central do processo de projeto proposto pelo Architectural Desktop 3.3 é a de que o projeto seja totalmente desenvolvido de modo tridimensional, enfatizando o potencial da visualização em perspectiva isométrica ao longo de todo o processo. Diferentemente do

método de projeto desenvolvido com o auxílio de CAD genéricos, que utilizam objetos primitivos (linhas, arcos, pontos e outros) para o desenvolvimento de plantas, cortes, elevações e perspectivas, o Architectural Desktop 3.3 propõe um método contrário ao processo tradicional, ou seja, todos os desenhos bidimensionais, como plantas, cortes e elevações são gerados a partir do modelo tridimensional desenvolvido. Todos esses recursos proporcionam a visualização tridimensional do projeto desde suas etapas iniciais e um detalhamento prático e rápido, aumentando assim a produtividade e eficácia do trabalho de projeto.

A seqüência proposta para o processo de projeto é apresentada pelo Architectural Desktop através dos menus Concept, Design e Documentation, pressupondo que seu desenvolvimento se dará dentro do programa desde a concepção inicial até o projeto executivo.

Menu Concept: consiste na fase inicial do processo de projeto apresentada pelo Architectural Desktop. A reflexão envolvida nesse menu parte da premissa que os arquitetos começam o processo do projeto com uma idéia volumétrica do edifício. Para isso, o estudo preliminar do projeto é desenvolvido a partir de volumes como arcos, boxes, cilindros, cones, esferas, extrusão e outros, e a criação de formas complexas é estabelecida através do uso de operações booleanas como adição, subtração ou intersecção de elementos de massa.

Menu Design: consiste na segunda etapa do processo de projeto proposta pelo Architectural Desktop. Esse estágio induz o projetista ao uso de quadrículas regulares e à definição de materiais de construção e de acabamento do projeto ainda esquemático. Trata-se de uma fase de refinamento projetual que utiliza objetos associados disponíveis no banco de dados do programa, tais como: paredes, portas, janelas, estruturas, telhado, escadas, corrimão e outros.

Menu Documentation: é a última fase do processo de projeto sugerida pelo Architectural Desktop. Nessa etapa o sistema armazena todas as informações referentes ao edifício projetado, assim como extrai e classifica em tabelas todas as informações referentes ao objeto de construção, possibilitando dessa maneira gerar cortes e fachadas automaticamente a partir dessa documentação.

4.1 Análise do Architectural Desktop 3.3

Diante das características básicas do Architectural Desktop torna-se possível afirmar que a ferramenta possui um grau de ambição entre baixo e médio, levando-se em conta a categorização proposta por Mitchell (1975) em *The theoretical foundation of computer-aided architectural design*. Isso se deve ao fato da ferramenta não permitir a geração automática de soluções, mas ir um pouco além da simples representação, automatizando algumas etapas da geração de formas. O programa também não efetua nenhum tipo de avaliação, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Classificação do Architectural Desktop 3.3.

Nível de ambição	Funções da Máquina	Funções Humanas	Exemplo
------------------	--------------------	-----------------	---------

Entre o baixo e o médio	Representação, com pequena participação na geração	Geração	Avaliação	Architectural Desktop
-------------------------	--	---------	-----------	-----------------------

No que se refere aos recursos de representação do processo de projeto, nota-se que o Architectural Desktop desempenha com grande habilidade a produção gráfica do projeto através do uso de sua tecnologia paramétrica e manipulação de objetos associados. O sistema é capaz de auxiliar o projetista na geração de soluções em alguns aspectos específicos do projeto, mas sem critérios ou regras implícitas. É capaz de produzir, por exemplo, escadas e telhados sem qualquer preocupação com a posição desses elementos no projeto, sua real necessidade, ou sua adequação às condições do local, o que implica em dizer que todo o processo de avaliação do projeto de arquitetura, desenvolvido por intermédio do Architectural Desktop, deve obrigatoriamente ser realizado apenas pelo arquiteto e de acordo com seus princípios para a resolução de um problema.

É bem verdade que o fato do Architectural Desktop possuir uma biblioteca interna de formas arquitetônicas pode influenciar o arquiteto. No entanto, é também verdade que quando o arquiteto, com sua base de conhecimento, consegue extrapolar os métodos propostos pelos sistemas CAD e explorar verdadeiramente as ferramentas de projeto em função de sua memória própria de trabalho, o processo de projeto tende a fluir positivamente. Apenas ele, como motor de inferência entre o sistema homem-máquina, é o responsável por conhecer as regras sobre um determinado problema e fazer as devidas interpretações para a solução do problema em questão.

Todo recurso de auxílio ao processo de projeto acaba por influir, em maior ou menor grau, no produto resultante desse processo. Um arquiteto que confecciona suas maquetes com papelão obterá certamente resultados diferentes daquele que utiliza blocos de madeira ou de outro que utiliza argila ou outros materiais plásticos. De maneira análoga, um arquiteto que inicia seus esboços a mão livre obtém resultados diferentes daqueles que começam a projetar com régua e esquadro, e dentre estes há de se diferenciar ainda os que trabalham com esquadros normais de 30 e 45° e os que utilizam esquadros de ângulo ajustável.

Com os pacotes de CAD não acontece diferente: todo programa influencia, de alguma maneira, a geração de formas e o processo de projeto como um todo. A influência do Architectural Desktop no processo de projeto, contudo, é ainda mais prescritiva, uma vez que ele sugere uma determinada seqüência, estabelecida pelos itens dos menus Concept, Design e Documentation descritos anteriormente. A Figura 2 mostra uma modelagem do método prescrito pelo Architectural Desktop. É importante notar que esse método se baseia em uma combinação bastante limitada de possibilidades. Além disso, o processo caminha rapidamente para uma definição precisa de materiais de construção e acabamento, saltando etapas intermediárias de menor grau de definição, que são necessárias para dar ao arquiteto o tempo necessário para o amadurecimento das idéias de projeto.

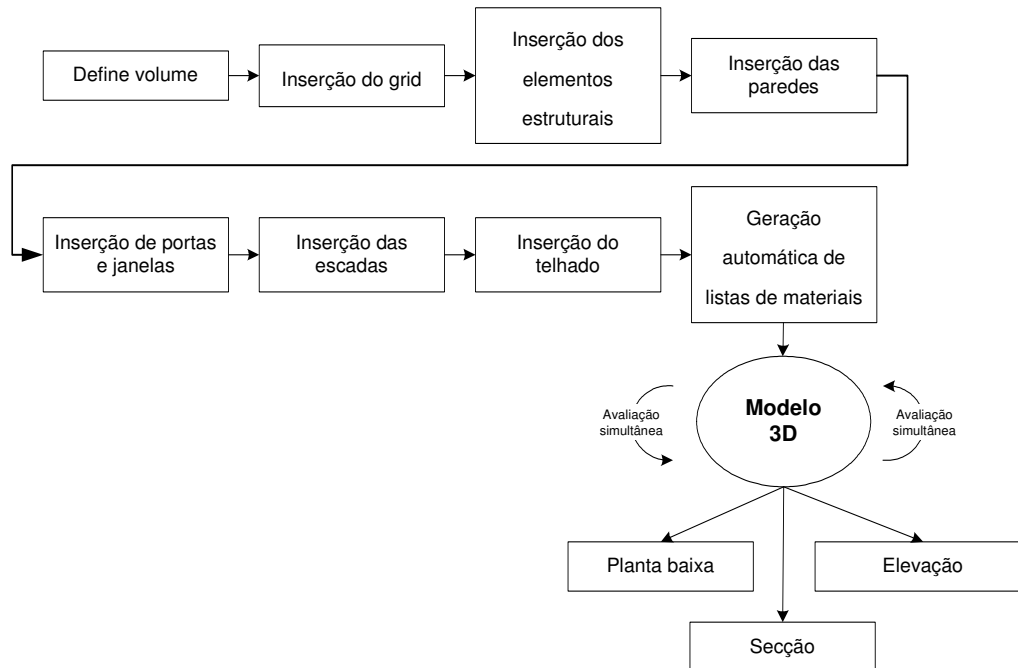


Figura 2: Modelagem do processo de projeto proposto pelo Architectural Desktop.

Através da análise da questão do uso deste sistema CAD no processo de projeto observou-se que além de propor uma seqüência rígida e de oferecer uma biblioteca pré-definida (e, portanto limitada) de formas básicas e de elementos de detalhamento, o Architectural Desktop induz ao desenvolvimento do projeto em perspectiva isométrica, na qual todos os eixos (x, y e z) possuem a mesma importância. Ora, isso não acontecia, por exemplo, no método de Le Corbusier, em que a planta (eixos x e y) era a "geradora" da volumetria, ou no método de outros arquitetos modernistas que adotavam o corte (eixos x e z) como elemento inicial de definição do projeto. Alguns arquitetos contemporâneos, por outro lado, privilegiam as perspectivas cônicas e as visuais do nível do observador na definição dos espaços, método que não faz parte da seqüência proposta pelo Architectural Desktop, mas que certamente pode levar a resultados muito diferentes. Este deve ser o motivo que levou Benedict (1992) a afirmar que "sempre que entro em um ambiente reconheço se foi projetado com Architectural Desktop, pois reflete o método de trabalho do programa (...)" (BENEDICT, 1992 *apud* STEELE, 2001).

5 Considerações Finais

Pode-se concluir que o Architectural Desktop não é simplesmente um sistema genérico de representação de projetos, pois ele possui um banco de dados de elementos arquitetônicos, ferramentas de geração automática de alguns elementos arquitetônicos parametrizados, e de desenhos bidimensionais a partir do modelo 3D gerado pelo usuário e, mais que isso, uma proposta de seqüência de projeto, com etapas de concepção, desenvolvimento e detalhamento. Contudo, ele não chega a ser um sistema especialista, pois faltam-lhe regras de

uso dos elementos de seu vocabulário e um motor de inferência de avaliação de resultados. É possível obter resultados completamente incoerentes, pois não existe nenhum mecanismo interno de verificação da sintaxe das composições arquitetônicas criadas, cabendo essa tarefa ao arquiteto que opera o sistema. Portanto, na categorização proposta por Mitchell (1975) ele se situaria apenas um pouco acima dos CADs com baixo nível de ambição como auxiliar do processo de projeto. Ainda assim, não há dúvidas que programas como o Architectural Desktop 3.3 sejam proveitosos para o processo de projeto em arquitetura, contribuindo para o aumento da eficiência do trabalho do arquiteto. Contudo, faz-se necessário haver um posicionamento crítico do arquiteto em relação ao uso dos sistemas CAD, a fim de que esses profissionais tenham consciência de como os programas possam realmente auxiliar e contribuir no processo de projeto, para que não fiquem sugestionados pelos métodos impostos pela ferramenta. Somente com esse posicionamento analítico será possível utilizar técnicas que efetivamente auxiliem o processo de projeto.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao CNPq e à FAPESP pela concessão de auxílios para esta pesquisa.

Referências

- BENEDICT, Michael. (ed) **Cyberspace: First Steps**. Cambridge, MA: MIT Press, 1992 *apud* STEELE, James. **Arquitectura y revolución digital**. México: Gustavo Gilli, 2001.
- BITTENCOURT, Guilherme. **Inteligência artificial: ferramentas e teorias**. Editora UFSC, 2001.
- CELANI, Gabriela. **Beyond analysis and representation in CAD**. Ph.D. theses. Cambridge, MA: MIT, 2002.
- GERO, J.S. Preface. In: J.S. Gero and E. tyugu (Eds.) **Formal Design Methods for CAD: Proceedings of the IFIP TC5/WG5.2**. Amsterdam: Elsevier, 1994 *apud* CELANI, Gabriela. **Beyond analysis and representation in CAD**. Ph.D. theses. Cambridge, MA: MIT, 2002.
- LAWSON, B. **How designers think: the design process demystified**. 3ª Edição, Architectural press, 1997.
- MITCHELL, W. J., LIGGET, R. S. and KVAN, T. **The art of computer graphics programming**. New York, Van Nostrand Reinhold, 1987.
- MITCHELL, W. **The theoretical foundation of computer-aided architectural design**. In: **Environment and Planning B**, 1975, v.2, p.127-150.
- PINTO, Gelson de Almeida. **O Impacto dos Processos Infográficos na Produção da Arquitetura**. 2000. Tese (Doutorado em arquitetura) – Faculdade de arquitetura e urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- PRATA, Alessandra R; *et al.* **Análise do Processo Projetual de Criação de Projetos Arquitetônicos Utilizando AutoCAD Architectural Desktop**. In: Seminário Internacional NUTAU 2000 Tecnologia e Desenvolvimento, 2000, São Paulo. **Anais do Seminário Internacional NUTAU 2000 Tecnologia e Desenvolvimento**. São Paulo: NUTAU-FAU-USP, 2000. v. CD-ROM. p. 1023-1026.

SENAGALA, Mahesh. **Deconstructing AutoCAD:** Toward a Critical Theory of Software (in) Design. *In:* SOCIEDAD IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 2003, Rosário, **Anais...** Rosário, International Conference, 2003, p 1-8.

Excluído: ¶