

# Iluminação e modelagem paramétrica

Por Luis Lancelle

**ESTAMOS PRESENCIANDO O INÍCIO DE UMA VERDADEIRA MUDANÇA** na forma em que se projeta. Uma nova atitude, uma nova intenção projetual que está aparecendo sobretudo nos novos projetos arquitetônicos de significativa importância e de geometrias complexas.

Não é que as ideias sejam novas – veremos que já existem há bastante tempo –, porém os recursos tecnológicos disponíveis atualmente, tanto de hardware quanto de software, têm nos permitido a rápida adoção dessa nova forma de modelagem projetual.

## Modelagem paramétrica

O conceito chave dessa mudança é a Modelagem Paramétrica, método matemático que utiliza softwares específicos integrados ao processo de criação. Ele consiste na descrição dos elementos do projeto através de suas variáveis (parâmetros), às quais se atribui uma série de valores sucessivos que, por meio do cálculo com algoritmos previamente definidos, permitem apresentar visualmente ao projetista várias soluções diferentes do problema, mas com as mesmas características fundamentais.

O uso dos parâmetros para definir a geometria do projeto tem sido um recurso normal para o projetista, desde o projeto

gráfico em prancheta (de forma intuitiva) até a digitalização com software CAD (de forma referencial e, em alguns casos, de forma ativa). Porém, o que se diferencia então na Modelagem Paramétrica? É a forma quase instantânea em que os diferentes valores que definimos para os parâmetros são rapidamente processados pelos algoritmos e imediatamente oferecidos visualmente para o projetista.

Desta forma, o projetista tem a possibilidade interativa, rápida e visual de escolher aquela solução que melhor atenda às suas expectativas projetuais – dentro da infinidade de alternativas fornecidas por essa metodologia – tornando-se, desta maneira, gestor dos elementos que participam do projeto através da escolha dos valores de seus parâmetros, e não mais apenas um agente criativo da forma.

## Importância da visualização

Ao longo do processo de projeto, sobretudo num ambiente multidisciplinar, a visualização da representação gráfica é de extrema relevância, tanto no caso da análise pessoal, quanto da apresentação e troca de projetos com outros profissionais, pois é o desenho que dá o suporte natural ao desenvolvimento do pensamento projetual.

## Interação entre elementos

Quando se alteram os parâmetros de um elemento que participa da forma do projeto, não são somente os outros elementos de forma que poderão ser afetados, mas também os do projeto, como estruturais, de conforto, ou mesmo lumino-técnicos. Isto significa que, ao contrário do que acontece atualmente, neste método os elementos das diferentes disciplinas que concorrem ao projeto interagem entre si, e quando se altera algum deles pode-se mudar também os restantes.

## A nova atitude, os meios digitais e o processo criativo

O projetista paramétrico, apesar de depender fortemente da utilização de meios digitais, tem como principal aspecto uma postura criativa em relação ao processo de projeto, fundamentada no entendimento da interação entre as articulações dos elementos de projeto, as valorizações dos parâmetros e os resultados dos cálculos realizados pelos algoritmos definidos.

Desta forma, a visão do projetista paramétrico é mais uma atitude de espírito do que o resultado mecanicista da aplicação de softwares computacionais, ainda que fundamentais como elementos organizadores, que permitem uma miríade de processamentos quase simultâneos, criando modelos de representação que possibilitam a leitura dos resultados desses processamentos de maneira organizada e sistêmica.

## Algoritmos

Para a realização dos cálculos necessários, que definem as sucessivas soluções do problema, é preciso codificar em linguagem de máquina uma sequência de instruções aritméticas e lógicas que permitam a resolução do problema automática e repetitivamente, denominada de Algoritmo.

## Construção do Algoritmo, scripts, programação com códigos simbólicos e modelagem paramétrica visual

A situação atual está focada na migração dos programas de simples representação gráfica

(CADs tradicionais) para os programas generativos, realmente integrados ao processo de projeto, que permitem a geração e exibição de soluções ao projetista.

Contrário ao que se pensa, os processos generativos não precisam ser necessariamente implementados em computador, mas pelo fato de serem utilizados para realizar atividades repetitivas – que normalmente consomem muito tempo e habilidades de cálculo – seu uso atual é quase exclusivamente em máquina.

Antes de 1980, esses sistemas dificilmente eram implementados em computador, não apenas por que era necessário ter bons conhecimentos de programação, mas também pelo alto custo das interfaces gráficas e das grandes capacidades de memória necessárias.

A partir da década de 80, quando os computadores se tornaram mais acessíveis e potentes, baseados no uso das linguagens de script existentes nos programas CAD, começaram a aparecer diversos textos que orientavam a implementação de sistemas generativos de projeto em computador, utilizando as funções geométricas existentes nesses programas para elaborar os algoritmos necessários.

Porém, poucos são os profissionais da área de projeto que aceitaram o desafio de aprender uma linguagem de programação usando códigos simbólicos, já que existe o preconceito de que programar é complicado, de que essa atividade não tem nada a ver com sua atuação profissional, e de que não se trata de um conhecimento que um projetista deva ter.

Por outra parte, o desenho a mão, ou sua simples digitalização com softwares CAD exclusivamente gráficos, ainda é considerado o principal, se não o único, método de produção das ideias, ao menos iniciais, de projeto. É impossível questionar o papel do desenho no processo criativo.

Considerando que no processo de projeto, devido a sua crescente complexidade, torna-se imperiosa a disponibilização de alternativas de soluções, o computador, sem dúvidas, assume um papel preponderante como ferramenta integrada ao projeto, permitindo a geração rápida, sistêmica e exhaustiva de alternativas.

Por outro lado, o uso dos programas generativos também tendem a se expandir significativamente devido ao início e rápido crescimento do uso de

máquinas de fabricação digital, dentro do conceito CAD-CAM e controle CNC, tanto na arquitetura de interiores quanto na construção civil em geral.

Considerando, no momento atual, os softwares CADs existentes, verificamos que a programação com linguagens script varia significativamente entre eles, sendo bastante diferentes em sua sintaxe, estrutura, e resultados oferecidos. Os softwares mais utilizados são a Rhinoscript, do Rhinoceros; a MEL, do Maya; a MaxScript, do 3DMax; e a VBA ou Autolisp, do AutoCAD.

As linguagens para o desenvolvimento dos Scripts (também chamados de macros no VBA) podem ser: Visual Basic for Application – VBA, que é a mais usada atualmente; Visual Basic for Application Interactive Development Environment - VBA IDE, do Microsoft Office e do AutoCAD; e AutoLISP, da full version do AutoCAD.

Embora não seja uma linguagem compilada e não permita a criação de novas classes de objetos ou aplicações autônomas, a linguagem script VBA é uma ferramenta poderosa para automatizar procedimentos no AutoCAD. Seu ambiente de desenvolvimento permite a elaboração de interfaces de um modo fácil e intuitivo, o que representa uma grande vantagem sobre o AutoLISP. Por ser uma linguagem muito estruturada, seu aprendizado requer o conhecimento de diversos conceitos de programação, mesmo para o desenvolvimento de programas muito simples.

Provavelmente para atender a resistência a programar dos projetistas, recentemente alguns pacotes CAD introduziram ferramentas com capacidades bastante semelhantes de geração de modelos paramétricos com recursos de programação visual, sem a necessidade da programação em código simbólico.

Esses programas de modelagem paramétrica visual de softwares CAD se utilizam da programação visual que, em primeira instância, elabora diagramas simbólicos, gerando posteriormente o algoritmo que será utilizado no software CAD. Eles, ao invés de apresentar uma interface para escrever linhas em um compilador, contêm uma área de trabalho na qual podem ser introduzidos componentes que irão “compor o código” que realizará a tarefa.

Os dois recursos mais significativos desse tipo de software de modelagem paramétrica visual são o Generative Components, o Grasshopper, e

o Paracloud. O primeiro é um módulo do aplicativo Microstation da empresa Bentley; o segundo é um plug-in para o programa Rhinoceros da empresa McNeil; e o terceiro da Paradigm.

Em ambos os casos, a geometria é desenvolvida de um modo diagramático, não sendo armazenada em um arquivo usual para modelos geométricos, mas em um tipo especial de arquivo chamado Transaction File, no GC, e Definition File, no Grasshopper.

O uso de um ambiente de programação visual para modelagem paramétrica é muito mais intuitivo e lógico que um ambiente de programação por código textual, pois não requer a introdução de conhecimentos teóricos de programação nem de conhecimentos específicos de uma determinada linguagem. Porém, sendo as possibilidades de elaboração de algoritmos mais limitada do que quando se utiliza codificação em código simbólico, temos a possibilidade de não trabalhar completamente em forma gráfica, já que podemos combinar com scripting e programação, sempre que necessário.

Por enquanto, a automação do processo de projeto ainda é limitada e focada fundamentalmente nas geometrias complexas que utilizam superfícies equívales, onde se tornam eficientes e poderosas quando da exploração de formas por meio da geração automática de variações paramétricas.

### **Ambientes de programação visual para modelagem paramétrica e linguagens de programação visual – VPL**

Para favorecer ainda mais a tarefa de criação dos algoritmos necessários apareceram de forma conceitual, e muito recentemente, os Ambientes de Programação Visual para Modelagem Paramétrica, inspirados nas Linguagens de Programação Visual – VPL, também chamadas de Linguagens de Programação Diagramáticas, que permitem criar programas por meio da manipulação de componentes gráficos em vez do uso de linhas textuais de código. Em outras palavras, usam uma representação analógica visual para os algoritmos.

Ainda que os Ambientes de Programação Visual para Modelagem Paramétrica não sejam exatamente VPL, possuem algumas de suas características mais importantes para o usuário como: uso da interface de caixas e fios “box-and-wire”, possibilidade de

inserir códigos em alguns componentes, e possibilidade de organizá-los hierarquicamente.

Uma solução nessa direção está sinalizada pelo Visual Programming & Scripting Program Dynamo da AutoDesk. Ele trabalha em forma conjunta com o Vasari, que foi recentemente lançado em sua versão Beta, como sendo um intuitivo e fácil de usar software de modelagem tanto geométrico quanto paramétrico, com tecnologia BIM, em plataforma Revit, e que permite, desde os estágios iniciais do projeto, realizar avaliações de eficiência energética, estudo de ventos e de insolação.

É possível inferir que os Ambientes de Programação Visual para Modelagem Paramétrica irão permitir a implementação de estratégias de projeto generativo de um modo relativamente simples, rápido e amigável, porém, por enquanto, não estão sendo utilizados na prática profissional.

### **Nova metodologia de modelagem**

Desta forma, a modelagem poderá trabalhar cada vez mais com a noção de uma geometria não baseada em planta, elevação e seção, como é até agora, mas será definida através da percepção, da intuição, da variedade, da tentativa e da emergência de características não programadas.

Assim, o entendimento da relação entre os parâmetros introduzidos e a solução obtida e, por sua vez, entre a solução e seus elementos constituintes, permite encontrar uma resposta emergente satisfatória quando o designer redefine interativamente os valores paramétricos tantas vezes quantas forem necessárias, não mais se utilizando de um ritual hierárquico predefinido, e sim da concepção de um modelo geral que, sendo sucessivamente aprimorado, direcione não previsivelmente o processo até que o modelo definitivo surja.

Contrariamente ao que em alguns casos é difundido, não se trata de um novo estilo construtivo, de uma nova arquitetura, e sim de uma nova metodologia de modelagem.

No momento atual, vários são os profissionais de nível internacional que aderiram à modelagem paramétrica: Tom Wright, Norman Foster, Chris Bosse, Ali Rahim, Lars Spuybroek, Zaha Hadid e Patrik Schumacher. Este último têm criado o conceito de Parametricism, que além de ser uma ferramenta útil, é um promotor de uma nova estética arquitetônica.

Entende Parametricism como não linhas retas, não eixos, não ângulos retos, não cantos, não repetição de elementos, não regularidade, não simetria, nada que repita a arquitetura do passado.

### **BIM = Parametrização + Interoperabilidade**

Podemos supor que a tendência atual de usar geometrias complexas que utilizam superfícies equívocas é o que justifica o aparecimento da Modelagem Paramétrica. Se fosse assim, seu campo de aplicação se restringiria exclusivamente a esta tipologia e, portanto, a um número bastante restrito de casos. Outros e mais importantes são os motivos de sua aparição.

Quando do aparecimento dos softwares CAD – que digitalizaram e organizaram a prancheta em torno de uma nova forma de trabalho denominado projeto linear – constatou-se que se bem resolviam alguns aspectos do processo, apareciam outros problemas na fase de construção, como os de compatibilização, de retrabalhos, de desperdícios, de baixa qualidade do produto final, de frequentes alterações (projeto, prazos e orçamento), etc.

Assim, procurou-se resolver esta nova problemática através de estratégias integrativas. Nos anos 80, aparece o conceito de Projeto Simultâneo, primeiro na indústria e depois na construção civil. A evolução posterior deste conceito, junto com fundamentos da sustentabilidade, no sentido de considerar o ciclo de vida completo do edifício, desde sua concepção até sua demolição, deu lugar ao aparecimento do Sistema BIM.

O BIM é muito mais do que preconiza o CAD, em termos de representação geométrica abstrata e método linear de projeção. É a simulação inteligente de um edifício em torno de um modelo de informações, não apenas geométrico tridimensional, mais também uma base de informações paralelas, concomitantes e multidisciplinares, organizadas sistemicamente em torno de uma máquina de busca e recuperação da informação.

Não é apenas mais uma ferramenta de desenho, é um novo modelo de processo que tem como bases a Modelagem Paramétrica e a Interoperabilidade.

A Modelagem Paramétrica, como vimos, é entendida como a representação computacional de um objeto constituído por elementos geométricos e

não geométricos, na qual a valorização de variáveis e constantes em forma recorrente permite a escolha daquele conjunto que o designer entenda como mais correto.

Por outra parte, a Interoperabilidade, definida como a possibilidade de troca de informação entre dois ou mais sistemas, é um dos pilares fundamentais do BIM, uma vez que as informações contidas no modelo tridimensional devem ser compartilhadas e visualizadas por todos os envolvidos no ciclo de vida do edifício, para que sejam úteis e tenham validade.

Ela permite inibir a definição e introdução da informação em duplicidade. Permite, ainda, manter a unicidade da informação, entendida esta como ter um único valor para uma mesma variável.

Tem-se verificado que 50% da insatisfação dos clientes com a construção se deve a atrasos e gastos não previstos em projeto, e que 30% dos valores gastos com a construção se devem a retrabalho.

Essas fontes de insatisfação e não conformidade são mitigáveis através do uso desta nova plataforma, já que promove a diminuição das incompatibilidades entre o projeto e a execução, otimiza os tempos e reduz custos e desperdícios.

Observemos que o BIM, através de seus conceitos, da Modelagem Paramétrica e da Interoperabilidade, propõe uma prática integrada entre os profissionais envolvidos no projeto, através da elaboração, uso e atualização de um modelo único composto por um banco de informações geométricas e de diversas naturezas, compartilhado em tempo real por todos os Sistemas, Programas, Rotinas ou simples Consultas que qualquer designer pratique em qualquer momento do ciclo de vida de um edifício.

Desta forma, permite obter informações permanentemente atualizadas, possibilitando que qualquer mudança ocorra o mais cedo possível, visando assim um maior desempenho, qualidade e fidelidade do projeto com a execução.

Uma pesquisa recente indica que os elementos previstos como mais importantes na aplicação da tecnologia da informação na construção civil nos próximos 10 anos são: com 67%, uso da web do sistema de gerenciamento de projetos e obras; e com 43%, integração de sistemas de software em todo o ciclo de vida do edifício.

Este último dado é bastante elucidativo e apon-

ta claramente para o uso do BIM e Interoperabilidade na projeção do espaço construído.

## IFC

Finalmente, para que exista realmente a possibilidade de que todos os Sistemas e Programas compartilhem esse único banco de dados de informações do edifício, é preciso compartilhar a mesma forma de tratar a informação, ou seja, todos precisam utilizar não um modelo proprietário de uma ou outra empresa desenvolvedora de software, e sim um modelo universal para permitir que o que um software enxerga e atualiza, seja enxergado e potencialmente atualizado, da mesma forma, por qualquer outro que deseje participar do processo.

Para atender ao preconizado pela frase acima, é de fundamental importância a implementação de um padrão de protocolo internacional de formato e tratamento da informação no banco de dados e em todos os softwares utilizados. O principal protocolo, desta natureza, disponível atualmente é o Industry Foundation Classes - IFC, desenvolvido inicialmente pela International Standard Organization – ISO, sob o nome de ISO-STEP, e continuado pela International Alliance for Interoperability - IAI em 1994, que é um modelo de dados do edifício baseado em objetos e não proprietário. Observamos na prática que o uso de padrões IFC atende aos nossos requisitos com certas restrições, pois se funciona a contento para certas tarefas, muitas outras não são suportadas corretamente, havendo em bastantes oportunidades a perda ou a alteração da informação. Isto significa que o desejável uso universal não foi atingido por enquanto.

Quando se usa o IFC, há disponíveis outras duas ferramentas complementares: a do dicionário de identidades únicas de objetos IFC, que contempla a norma ISO 12006 #3, denominada Information Framework for Dictionary – IFD; e a especificação de uso de objetos IFC, denominada Information Delivery Manual – IDM, ambas freeware e desenvolvidas pela IAI.

Estas ferramentas de comunicação têm permitido, gradativamente, a incorporação, à plataforma BIM, de informações de múltiplos sistemas relativos ao projeto como: acessibilidade, sustentabilidade, eficiência energética, custeio, conforto ambiental, acústica, térmica, luminotécnica, etc.

## Iluminação e BIM – Parametrização – Interoperabilidade

Em função dos conceitos que vimos acima, tudo leva a crer que estamos indo na direção da plataforma BIM + Parametrização + Interoperabilidade, o que nos permite elaborar projetos mais arrojados, sustentáveis, eficientes, econômicos, de mais rápida execução e que garantam ambientes mais confortáveis.

Da mesma forma, na área de iluminação, os Lighting Designers (LD), fabricantes, construtores, etc. teriam também essas mesmas vantagens no caso de sua adoção.

A Projetação Luminotécnica é essencialmente paramétrica e interativa. Normalmente usamos os softwares de iluminação dessa forma: introduzimos uma determinada fonte (parâmetro), submetemos ao cálculo, avaliamos os resultados e se não são condizentes alteramos o parâmetro para assim continuar até que os resultados sejam favoráveis.

Contrariamente a essa característica favorável, os softwares de iluminação atualmente disponíveis (AGI32, Relux, Radiance, DIALux, etc.) não trabalham com BIM e menos ainda com Interoperabilidade. É uma pena que DIALux, que recentemente reformulou totalmente seu produto, não tenha tido o bom senso de aproveitar a oportunidade e partir para uma plataforma aberta e universal, preferindo, no entanto, ficar com um padrão fechado e proprietário, totalmente contrário à tendência atual.

Há aproximadamente oito anos, no Simpólux 2006, apresentei uma palestra na qual anunciava como futuro imediato (+/- 5 a 6 anos) que os softwares de iluminação iriam participar da plataforma de Interoperabilidade através do IFC e que “os arquivos assim definidos participariam da projeção do produto (arq. +) e de processos (const., operac. – manut. aval. –, revit. e demolição), sendo assim não ‘proprietários’ dos softwares utilizados”. Apesar de ter havido certo atraso na previsão, o caminho parece ser mesmo esse.

Assim sendo, precisamos estar preparados para uma muito provável migração para o ambiente BIM, algo que já foi adotado pelos grandes escritórios de arquitetura e construção principalmente dos países europeus. Nesse panorama, quais são os compromissos que cada um dos segmentos da iluminação tem que assumir para que aconteça?

O segmento das software houses de iluminação é o primeiro a ter que adequar seus produtos para tal. Dessa forma, os LDs poderiam importar modelos BIM diretamente em seus programas e executar cálculos de iluminação com eles. Ao mesmo tempo, todos os arquivos da geometria, arquitetura de interiores e acabamentos deveriam estar disponíveis ou viáveis para serem importados em formato IFC. Por outro lado, os projetos já elaborados poderiam ser arquivados nos formatos contemplados pelo IFC.

Por outra parte, os fornecedores de software precisam garantir que seus arquivos sejam realmente intercambiáveis com os outros softwares. Qualquer previsão favorável nesse sentido será inútil se, na prática, não puderem facilmente se comunicar e compartilhar informações entre si por causa de problemas de compatibilidade.

Se não for assim, pode existir a possibilidade de que o LD migre definitivamente para outros grupos de softwares, tipo 3D Studio Viz ou 3D Studio Max, que deverão aprimorar suas máquinas de cálculo num contexto físico-realista, pois têm a vantagem de já trabalhar com modelos BIM, ainda que até agora tenham sido utilizados somente como ferramentas de renderização.

Os fabricantes de lâmpadas e luminárias devem, por sua vez, fornecer para download ou plug-in os arquivos fotométricos com extensão IFC de seus produtos, salvo que a IAI tenha adotado algum dos padrões já existentes como IESNA, CIBSE, CIE, etc.

E, finalmente, o LD deverá se atualizar na tecnologia de projeto que reúna as melhores características de preço – performance e facilidade de uso. Se isso acontecer, teremos brevemente uma poderosa metodologia de projeto que irá favorecer substancialmente nossa atividade projetual. ◀



*Prof. Luis Lancellotti*

*Engenheiro formado pela Universidade de Buenos Aires (UBA) e pela USP e mestre em Engenharia de Sistemas (UBA). Docente, coordenador pedagógico e orientador de cursos de pós-graduação nas áreas de Engenharia e Arquitetura. Coordenador da área de Software de Iluminação da Divisão 3 do CIE-Brasil (Comission Internationale de l'Éclairage) (2006). Consultor, designer de iluminação e especialista em Software de Iluminação. DIALux Accredited Trainer.*