

Modelagem Tridimensional com Geometria Construtiva de Sólidos (CSG) para projetos de Engenharia e Arquitetura em Sistemas CAD visando a Portabilidade e Estabilidade de Objetivos 3D

Rodolfo Tsutomu Miyamoto, Dante Alves Medeiros Filho e Antonio Ricardo Sartori
(Universidade Estadual de Maringá – UEM)

Abstract—This paper aims to present a technique that uses three-dimensional modeling features of CSG (Constructive Solid Geometry). The proposal aims to generate more stable and portable models, which enables the transfer safe and accurate 3D models of programs between CAD (Computer Aided Design). The technique proposed here uses resources of CSG, often found in CAD programs. The survey was developed with the application of the technique for modeling projects proposed in engineering and architecture. The survey shows that three-dimensional objects used in works of engineering and architecture have great similarity with geometric primitive graphics used in the Constructive Solid Geometry (CSG). This feature allowed the use of CSG so particularize projects in engineering and architecture, which is reflected in the technique developed here. To validate the proposal applied to the technique in 3D models of real buildings, which has shown stability of the models as well as portability and ease of applying maps of textures. The application of the technique involves the organization of the design, both with regard to layers and classifications as well as in its provision and area in order to expedite the process of modeling and expand the use of the model, both by other professionals as to implement changes to its structure or even apply materials in treatment programmers for photo-realistic. It is essential to note that this work is not a tutorial for 3D modeling of a specific program, but a suggestion of techniques that can help at the time of projecting, generating models that can be reuse and recognized in other CAD programs, which do not is modeled on what was, without losing information about its surface structure and volume. The correct use of modeling and organization in the development of projects presented here makes it more agile and efficient the process

projecting, thus contributing to gains in productivity and time, and consequently influence the cost benefit of the project.

Key Words—CAD; CSG; Techniques of modeling 3D; Organization; Stability and Portability of the models.

I. INTRODUÇÃO

Atualmente os computadores fazem parte do cotidiano das pessoas, onde além de um poderoso meio de comunicação tornou-se também um novo meio de expressão, ajudando também a auxiliar, organizar e representar o pensamento. Na busca de compreender o avanço conquistado pelos computadores e particularmente pela computação gráfica, é necessário analisar com detalhes o processo de representação, principalmente no que diz respeito à ação projetual.

A contribuição dos computadores no desenvolvimento de projetos é representativa, principalmente no que se refere à qualidade gráfica, a precisão e a facilidade no redesenho. Dentre os recursos oferecidos pelos programas CAD, o que mais se destaca atualmente, é o que traz a possibilidade de modelagem tridimensional, pois contribui na visualização espacial do modelo, propiciando ao observador vê-lo de diversos ângulos, o que auxilia e facilita a sua compreensão. Assim, colabora tanto na etapa de concepção como na de apresentação do projeto, sendo que, programas de tratamento foto-realístico possibilitam aplicar sobre o modelo, texturas,

cores, imagens, ou mesmo criar simulações, tornando o processo de projetar mais contextualizado e produtivo.

Os profissionais ligados à área de arquitetura e engenharia, utilizam programas CAD no desenvolvimento de seus trabalhos, mas, no entanto, em diversos casos estes programas são empregados de forma inadequada, ou seja, são utilizados como uma “prancheta digital”. Informatizam apenas o método de representação, onde desta forma, não são utilizados recursos especializados que tornam os sistemas CAD mais produtivos e inovadores.

Geralmente os projetistas utilizam as ferramentas mais conhecidas e que atendam às suas necessidades, não se importando com o tempo gasto, com a instabilidade dos objetos, ou mesmo com a possibilidade de compartilhar o modelo com outros programas.

As dificuldades que surgem a partir da utilização dos computadores durante a projeção, se dá principalmente devido à falta de conhecimento de técnicas que possam ser utilizadas no desenvolvimento, na organização e na padronização da representação gráfica, seja ela bidimensional ou tridimensional.

É necessário compreender que antes de iniciar um projeto, deve-se avaliar qual método de representação pode ser utilizado, pois há casos em que é possível partir da planta baixa para o modelo 3D, e em outros, desenvolver primeiro o objeto tridimensional e gerar a partir dele os desenhos bidimensionais. Definir em que momento o computador é mais indicado para contribuir no processo projetual é uma escolha que deve ser feita pelo projetista.

Ressalta-se que em etapas de concepção do projeto, os modelos tridimensionais podem ser mais simples e conter menos detalhes, pois o importante nesta fase é possibilitar a compreensão da volumetria ou mesmo analisar uma implantação, um terreno ou o entorno deste. Já em casos de apresentação é necessária que o objeto possua o máximo de detalhes possíveis, buscando representar o elemento desejado da forma mais real provável. Além disso, é possível observar que os objetos envolvidos na ação projetual de engenharia civil e arquitetura são, quando não iguais, similares às primitivas gráficas utilizadas na Geometria Construtiva de Sólidos. A título de exemplo, paredes, vigas, pilares, portas e mais uma diversidade de elementos constitutivos, tanto de edificações, como de objetos de construção e até mesmo de decoração, possuem características geométricas que podem ser representadas pela Geometria Construtiva de Sólidos.

A partir deste contexto, que mostra a dificuldade em utilizar adequadamente os programas CAD, o presente trabalho apresenta técnicas de modelagem tridimensional que utiliza recursos de CSG (*Constructive Solid Geometry*), na busca de modelos estáveis, portáteis e de fácil construção.

As técnicas aqui apresentadas visam melhorar o processo projetual, a organização, precisão e principalmente a estabilidade e portabilidade de objetos tridimensionais. Essas características ou atributos fazem com que os modelos gerados sejam passíveis de serem reutilizados, seja para uma finalidade de cálculo, dimensionamento, orçamento, análise de materiais ou mesmo para facilitar a realização de alterações em projeto.

Para o desenvolvimento do presente trabalho, serão apresentados modelos reais que integram o cotidiano do engenheiro e do arquiteto, e a partir destes serão realizados estudos a fim de validar a pesquisa quanto à modelagem de objetos que sejam mais estáveis e portáteis, isto do no que se refere à possibilidade de intercambiar modelos para outros programas CAD, sem ser o de origem, a fim de garantir maior liberdade de escolha aos profissionais quanto ao programa que irá utilizar. A correta modelagem de um objeto permite que este seja facilmente alterado, ou mesmo que, quando intercambia do com outro programa não perca suas características geométricas.

Uma análise da ação projetual como todo e não só no quesito modelagem 3D, leva o presente trabalho a apresentar algumas sugestões e técnicas de como se pode organizar o desenho bidimensional, de forma que o mesmo possa além de organizar o projeto 2D, facilitar o processo de modelagem.

Como os projetos de engenharia e arquitetura são formalmente apresentados na forma bidimensional, o presente trabalho ao apresentar técnicas de modelagem 3D, procura integrar as informações provindas de projetos 2D para gerar modelos 3D estáveis e portáteis. Assim, a contribuição desta investigação pode ser ampliada, vez que, os projetos bidimensionais são maioria na engenharia civil e arquitetura.

As técnicas aqui apresentadas buscam acima de tudo proporcionar aos profissionais da área, subsídios para organizar projetos bidimensionais com o escopo de aproveitá-los em fases subseqüentes, garantindo assim mais eficiência e agilidade ao ato de projetar, e por consequência, maior eficácia e eficiência no processo.

II. METODOLOGIA

Segundo BRITO [1], o processo de modelagem 3D para arquitetura gera dúvidas e procedimentos que resultam na produção de modelos problemáticos, gerando perda de produtividade, já que o trabalho precisa ser refeito várias vezes. Isso ocorre porque não há um método claro que possa ser seguido por todos. Cada artista adota as suas próprias práticas e técnicas para gerar os modelos.

Conforme a análise de BRITO [1], o desenvolvimento de modelos tridimensionais gera dúvidas quanto às possibilidades técnicas que podem ser utilizadas durante o processo projetual. Grande parte dos objetos gerados apresenta problemas, principalmente quanto à estabilidade e portabilidade do arquivo.

Geralmente o projetista ao desenvolver um modelo tridimensional adota técnicas que atendem as suas necessidades, criando um “padrão” para o seu processo projetual, não se preocupando com a possibilidade de compartilhamento deste arquivo com outro programa CAD, outros profissionais, ou mesmo com um programa de tratamento foto-realístico. No caso, falta um método claro que possa ser seguido por todos.

A falta de técnicas faz com que o projetista cometa pelo menos três erros:

- o primeiro é com relação a modelagem de um objeto que somente ele poderá utilizar, sendo muito difícil

encontrar casos onde a reutilização do modelo é mais simples que refazê-lo, devido à falta de compreensão com relação ao processo de desenvolvimento do modelo;

- o segundo é a necessidade de uma padronização quanto à organização de camadas e cores, pois geralmente cada projetista adota seu padrão; e
- o terceiro erro está relacionado à modelagem de arquivos instáveis, devido à utilização de operações de subtração ou de intersecção de objetos, dificultando futuras alterações no modelo ou mesmo sua portabilidade com outros programas CAD ou de tratamento foto-realístico.

A intenção deste trabalho é propor uma técnica simplificada de modelagem que permita desenvolver modelos estáveis e portáveis, facilitando o reconhecimento do modelo por outros programas CAD, mantendo a estrutura e possibilitando intervenções no objeto. Serão apresentadas também sugestões de técnicas de padronização e organização do desenho, demonstrando processos que podem ser adotados como forma de contribuir na modelagem e no aproveitamento dos modelos, facilitando futuras modificações.

A. Por que a escolha da CSG

A escolha da modelagem construtiva de sólidos (CSG) se deve ao fato de que projetos de arquitetura e engenharia quase em sua totalidade são compostos por objetos que se confundem com primitivas geométricas de CSG.

Diferente da modelagem utilizada para representar órgãos no caso de estudos do corpo humano, ou mesmo de automóveis, onde o processo dificilmente possui uma superfície plana, sendo composto por concordâncias curvilíneas, utilizando neste caso um processo de modelagem com superfícies, malhas, conformando o objeto desejado.

A modelagem por CSG armazena todo o processo de criação do objeto, armazenando toda a árvore binária que representa este objeto, onde existem dois tipos de nós: os de operações e os de objetos geométricos. Os nós de operações são representados pelas ações de união, subtração e intersecção, e os de objetos geométricos correspondem a uma das ações sobre dois ou mais objetos, ou seja, cada um destes nós corresponde a uma transformação no espaço (Fig. 1).

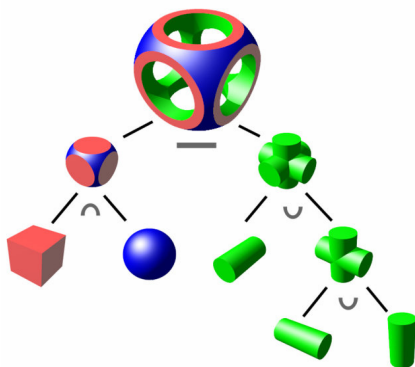


Fig. 1. Árvore binária CSG do elemento R

A vantagem na escolha deste tipo de modelagem é que os objetos gerados são simples, requerem pouco tempo de modelagem contribuindo assim no custo final do projeto, além de gerar arquivos com maior rapidez, obtendo ao mesmo tempo, objetos mais “leves” no que se refere à memória de computador necessária para armazená-lo. A composição destes delineiam os projetos de arquitetura e engenharia que geralmente possuem a dureza das linhas retas e a rigidez das formas ortogonais.

Lembrando que de acordo com a técnica utilizada durante o processo de modelagem 3D através dos recursos de CSG, é possível que diversas alterações sejam realizadas de modo rápido e simples, contribuindo na questão do reaproveitamento de modelos para serem utilizados por outros profissionais, ou mesmo realizar alterações no projeto.

B. A busca da estabilidade dos modelos

O objetivo deste trabalho é apresentar técnicas que podem ser utilizadas durante o processo de modelagem tridimensional e partir de programas CAD. De acordo com a finalidade dos modelos, como os destinados à representação de projetos de arquitetura e engenharia, notou-se que grande parte dos objetos se assemelha a primitivas gráficas suportadas na Geometria Construtiva de Sólidos.

Estudando os diferentes processos de modelagem tridimensional, optou-se pela CSG (*Constructive Solid Geometry*) que representa uma maneira natural de se construir objetos de forma simples, uma vez que ela permite que os resultados obtidos sejam derivados de primitivas gráficas ou de operações booleanas como união, subtração ou intersecção.

O princípio do processo de modelagem CSG está baseado em observar um modelo como se o mesmo estivesse dividido em partes, onde a combinação destas conformam o objeto final. Esta técnica de modelagem é composta por três pontos básicos: primitivas geométricas, transformações geométricas (rotação, translação e mudança de escala) e operações booleanas (subtração, adição e intersecção).

As transformações geométricas têm dupla finalidade em CSG: posicionar as primitivas no espaço, através dos movimentos de rotação e translação, e modificar a geometria das primitivas.

Segundo GOMES [2], as operações booleanas – adição, intersecção e subtração são usadas para combinar objetos simples formando outros mais complexos.

As técnicas descritas neste trabalho buscam contribuir com o processo de modelagem, visando gerar objetos que possam ser reaproveitados, seja por outros profissionais para compatibilização de projetos ou em cálculos e verificações. Por exemplo: no caso de uma viga, ou mesmo de um pilar, a estrutura de dados utilizada na geometria construtiva de sólidos, permite realizar análises de esforços, de carga, de continuidade, de ligação monolítica, de homogeneidade dos materiais, bem como, pode facilitar a aplicação de imagens ou mapas de texturas em um tratamento foto-realístico de projeto.

Como a geometria construtiva de sólidos adota primitivas gráficas com características geométricas bem definidas, um modelo criado através desta técnica mantém propriedades importantes para a análise de tensões e deformações. Isto

implica que estes modelos podem ser utilizados para diversas análises, pois a técnica facilita a representação de materiais que obedecem a Lei de Hooke, ou seja, com comportamento elástico, homogêneo e isotrópico.

Este método busca desenvolver modelos mais estáveis, ou seja, são gerados a partir de primitivas sólidas geométricas de forma a facilitar o cálculo de propriedades geométricas, tais como centro de gravidade ou de massa.

C. Uma proposta de modelagem 3D para Engenharia e Arquitetura

Em síntese, os conceitos e procedimentos adotados para criar modelos 3D para engenharia e arquitetura podem ser organizados e sistematizados em algumas premissas que levam a uma técnica de modelagem 3D simplificada. Em seguida é apresentado um conjunto de procedimentos que culminam em produzir modelos 3D de forma rápida, estáveis e portáteis.

- 1- Como os objetos encontrados nos projetos de engenharia civil e arquitetura são similares e até mesmo iguais em geometria, se comprados com as primitivas gráficas presentes na Geometria Construtiva de Sólidos, torna-se imprescindível à representação desses objetos através dessas estruturas. Em síntese deve-se representar o mais possível de objetos utilizando apenas primitivos gráficos.
- 2- Na busca de aproveitar representações bidimensionais, tais como projetos arquitetônicos, é possível transformar um conjunto de linhas em polígonos e posteriormente em planos, para que estes sejam extrusados. Resumidamente, deve-se utilizar a extrusão de planos (polígonos fechados simples) para a geração de sólidos. A extrusão pode ser linear ou por revolução.
- 3- Aproveitar bases bidimensionais para gerar extrusões. Após a realização dessas extrusões é possível alocá-las no destino com o auxílio de transformações geométricas de rotação, translação e escala.
- 4- Deve-se evitar operações booleanas de subtração. Na Geometria Construtiva de Sólidos a subtração é um processo que pode gerar instabilidade, por consequência, perda de portabilidade.
- 5- A operação booleana de soma pode ser utilizada sem perda de estabilidade. No entanto, deve-se escolher o momento apropriado de realizá-la. Em muitos softwares é difícil de desfazer uma operação booleana, mesmo a de soma.
- 6- A classificação por camadas (*layers*) pode ser feita agrupando-se características físicas dos materiais (por exemplo: madeira, vidro, alvenaria), função e cota. Procura-se distinguir as camadas com cores diferenciadas, para que no processo de modelagem facilitem a observação. Conforme o modelo cresce em complexidade, mais difícil torna-se a sua

visualização, assim, a organização permite a desativação ou ativação de camadas facilitando a compreensão tridimensional dos modelos.

D. Analisando a estabilidade e portabilidade

Observando a criação de modelos 3D e a dificuldade de intercâmbio destes arquivos entre programas CAD, é possível notar que a escolha do tipo de modelagem e forma ou sequência de operações com objetos e funções 3D alteram significativamente a estabilidade e portabilidade desses modelos, o que pode se demonstrar no exemplo onde o modelo se subdivide em entidades menores que não mantêm o centro de gravidade (Fig. 2).

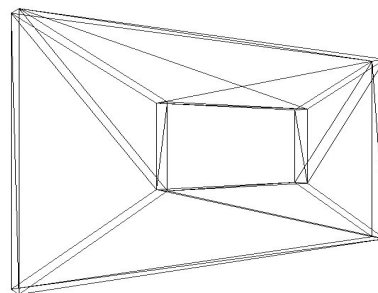


Fig. 2. Modelagem por subtração de objetos

A dificuldade gerada ao compartilhar um arquivo com outro programa acontece principalmente devido à instabilidade que estes modelos apresentam em sua estrutura, ou seja, os objetos gerados não são estáveis, interferindo diretamente em sua portabilidade. Equívocos provocados no momento da modelagem, como a má utilização de operações *booleanas*, podem afetar diretamente a estrutura do modelo, sendo uma recomendação básica a de, quando possível evitar estas operações.

A maioria dos erros com os modelos se refere à perda de informações. Podemos notar na figura 2 que ela deixou de ser contínua, um único sólido se dividindo em vários elementos devido a uma operação de subtração, ou seja, não é mais um elemento único. Esses erros são visíveis no momento de compartilhar o projeto com outros programas. Um exemplo que ilustra a situação ocorre ao encaminhar o modelo para o tratamento foto-realístico, pois, nesta fase é possível identificar diversas falhas na estrutura do modelo, o que é evidenciado na dificuldade de se aplicar uma textura, que denunciará a instabilidade da superfície do modelo.

A técnica apresentada neste trabalho visa agregar ao processo projetual de modelagem 3D, mais rapidez e facilidade ao se modelar, e ao mesmo tempo gerar objetos mais estáveis e portáteis.

Os principais problemas que ocorrem durante a portabilidade de um arquivo se dão devido a problemas durante o processo de modelagem, no caso, se o objeto for modelado de forma inadequada, consequentemente o resultado será um modelo sem estabilidade e portabilidade, contribuindo diretamente na dificuldade em alterá-lo ou reaproveitá-lo.

A modelagem de uma parede com abertura retangular para esquadria, composta apenas por primitivas geométricas, ou

seja, no caso foram utilizados 4 caixas (box), sólidos primitivos de um programa CAD. Esta simplificação gera objetos mais estáveis e portáteis, mais facilidade de alterações e reutilização do modelo, de modo rápido e simples (Fig. 3).

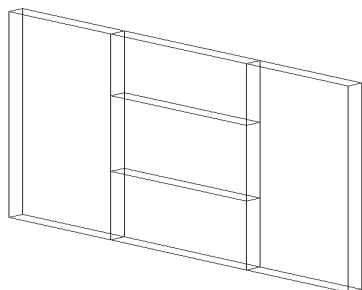


Fig. 3. Modelagem a partir de objetos primitivos – box's

A figura acima (Fig. 3) demonstra um modelo de parede com abertura gerada a partir da técnica que alia a modelagem construtiva com a técnica de extrusão. Neste caso o objeto foi modelado a partir de sólidos, o que confere ao modelo total estabilidade no que diz respeito a sua estrutura e consequentemente influencia em sua portabilidade.

E. Metodologia otimizada de objetos 3D

As técnicas utilizadas na modelagem dos projetos se referem a recursos advindos de programas CAD, que utilizados de forma correta contribuem no processo projetual, agilizando-o e imprimindo a ele mais segurança e qualidade.

A intenção é através de casos típicos de projetos de arquitetura e engenharia, demonstrar como pode ser modelado um objeto a partir de formas primitivas, garantindo ao projeto mais estabilidade e portabilidade quanto à possibilidade de compartilhar os dados com outros programas.

▪ Modelagem de uma loja

Como exemplo, no processo de modelagem de uma loja, tanto a parte externa como a interna são importantes, pois definem os espaços. No desenvolvimento de um projeto de interiores, no caso de uma loja, muitas vezes é necessário modelar a mobília, ou seja, geralmente projetos como estes demandam muitos detalhes.

Neste exemplo a técnica foi utilizada gerando objetos a partir de primitivas geométricas, principalmente a caixa (box).

A mobília também foi modelada seguindo a técnica da utilização da CSG como forma de gerar modelos mais estáveis e portáteis, possibilitando o intercâmbio com outros softwares.

Na definição de uma idéia é possível gerar modelos simplificados, buscando compreender o espaço interno com as proporções do mobiliário, as possibilidades de revestimentos, e externamente analisar a relação com o entorno, localização da programação visual, dentre outras.

Neste processo é muito comum que o arquivo 3D gerado receba um tratamento foto-realístico, agregando ao modelo texturas, cores, etc., visando desenvolver uma imagem que se aproxime ao máximo da realidade.

Neste caso, o projeto bidimensional irá servir como base para a modelagem. No primeiro momento são criadas regiões nas paredes para em seguida aplicar o comando de extrusão, informando a altura das mesmas (Fig. 4).

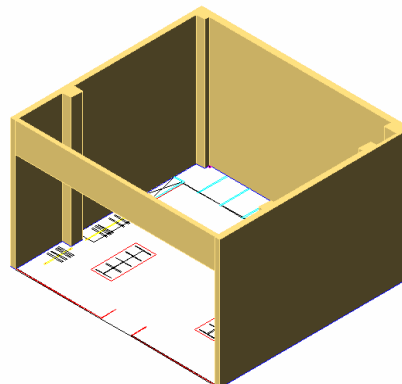


Fig. 4. Após criar regiões nas paredes, aplica-se o comando de extrusão
Projeto: verri & galvão arquitetos (Loja Shopping Avenida Center)

Logo após um box é criado definindo o piso e posteriormente copiado na cota Z com a altura do pé direito a fim de delimitar o forro (Fig. 5).

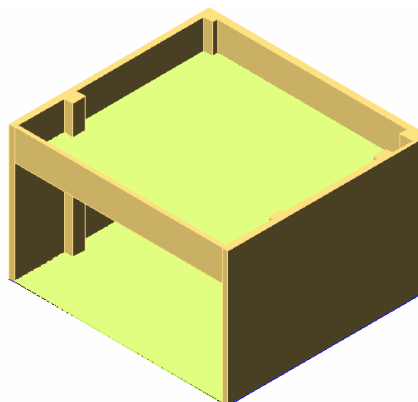


Fig. 5. Um box define o piso e copiado delimita o forro

Depois de definido o espaço, outro objeto é criado definindo um plano de vidro, fechando o volume externamente (Fig. 6).

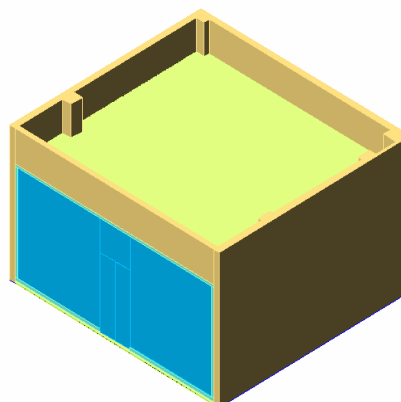


Fig. 6. Objetos extrudados definem o limite – “vidro”

Um artifício que vem sendo muito utilizado principalmente quando o objeto for receber um tratamento foto-realístico é o de não modelar todo o modelo, no caso de um móvel, basta criar seu volume e em seguida no momento da renderização aplicar sobre as faces uma imagem que represente a objeto.

Este processo de modelagem de móveis está diretamente ligado à finalidade do modelo, haja vista que grande parte dos arquitetos cria a mobília, ou seja, é necessário modelar cada peça. A vantagem é que os modelos podem servir como base para o desenvolvimento dos desenhos bidimensionais.

Atualmente, diversos profissionais vêm invertendo o processo de concepção de seus projetos, partindo diretamente do desenho tridimensional para depois gerar o bidimensional. No fato uma volumetria é definida e em muitos casos passa por um tratamento foto-realístico para em seguida, se aprovado, a proposta ser detalhada.

Em diversos casos o projeto pode exigir que a mobília também seja modelada, no caso, através de comandos simples de extrusão é possível criar objetos simplificados, mas que apresentem a volumetria necessária num primeiro momento. Caso seja necessário depois de aprovado o projeto, basta retornar ao modelo e aumentar o nível de detalhes (Fig. 7).

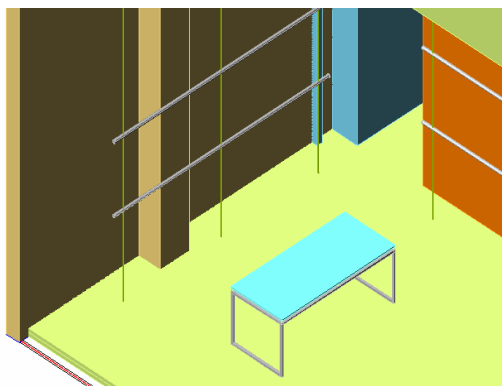


Fig. 7. Exemplo de uma mesa e uma arara de roupas modeladas por extrusão

Após detalhados os objetos do interior da loja, o modelo 3D pode ser submetido ao tratamento foto-realístico, momento em que o modelo irá receber as cores, os materiais e as imagens (mapas). Este artifício vem sendo muito utilizado por projetistas que muitas vezes desenvolvem primeiro o modelo tridimensional para depois realizar uma representação gráfica bidimensional do projeto, haja vista que, a compressão através de elementos tridimensionais é muito mais simples e agradável do que compreender um projeto através de informações 2D.

Este processo de modelagem através de objetos gerados por extrusão, concebe elementos mais estáveis, contribuindo no processo de redesenho, pois basta apagar o bloco e desenhar outro, não é necessário realizar uma operação de união ou subtração, já que conforme foi discutido anteriormente, estes comandos tornam o modelo mais instável possibilitando que no momento de compartilhá-lo com outro programa, este reconheça o arquivo com erros.

As imagens geradas buscam aproximar-se ao máximo da realidade do projeto, de modo que através destes estudos é possível verificar se as cores escolhidas agradam, se o design

da mobília agrada, ou mesmo analisar a iluminação ou a disposição da programação visual (Fig. 8 e 9).



Fig. 8. Imagem do projeto após tratamento foto-realístico (vista externa)



Fig. 9. Imagem do projeto após tratamento foto-realístico (vista interna)

F. Utilizando o recurso de extrusão

Um fator que influenciou na escolha da modelagem CSG foi que geralmente os projetos já estão representados de forma bidimensional, ou seja, a intenção desta técnica é aproveitar esta base 2D, economizando o tempo gasto com a modelagem, e consequentemente influenciando no custo-benefício do projeto final.

Mas é necessário que esta base seja organizada de tal forma que possa ser reaproveitada. Em programas CAD, a representação gráfica de objeto pode ser organizada por camadas, cores e nomenclaturas, de forma que a pessoa que irá reaproveitar este desenho consiga identificá-lo e aproveitar os objetos para cálculos, ou mesmo aplicar materiais, cores, etc.

Dentro desta técnica, demonstra-se que a extrusão se utilizada de forma apropriada reduz o número de objetos sem a perda de estabilidade, mantendo a portabilidade e contribuindo no tamanho do arquivo.

A diferença principal que ocorre ao utilizar a extrusão num processo de modelagem, é a possibilidade de gerar modelos de forma mais rápida, e ao mesmo tempo diminuir o número de objetos num mesmo projeto. Sendo que a principal recomendação é a de sempre que possível evitar operações *booleanas* sobre um modelo extrusado, principalmente a subtração pois este procedimento torna o modelo instável.

G. Técnicas de organização e padronização de projetos

A organização de um projeto para posterior modelagem se inicia desde a nomenclatura que se adota para nomear o desenho até o modo que se distribui o desenho na tela.

Com relação às nomenclaturas, a Asbea [3] (Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura, 2000) desenvolveu alguns parâmetros procurando contribuir no aperfeiçoamento dos escritórios, apresentando algumas formas de padronizar o processo projetual, pensando através de uma visão macro, imaginando a possível compatibilização com outros profissionais e conseqüentemente com outros arquivos. Muito disto é atribuído a Internet que possibilitou o trabalho colaborativo em rede, ou seja, um projeto pode ser desenvolvido em conjunto a partir de um banco de dados.

Esta preocupação contribuiu no modo de pensar o projeto por parte dos projetistas, mas este processo está longe de atingir a condição ideal, devido à colaboração e união de técnicos, arquitetos, engenheiros, etc., que deveriam se organizar e pensar todo o processo projetual.

Os profissionais que migraram da prancheta para o computador sem desenvolver um plano de implementação destes novos recursos, que busca organizar o escritório para receber esta nova tecnologia e procura realizar um treinamento da mão de obra, passaram a utilizar os computadores como uma “prancheta digital”.

Portanto, no caso de nomenclaturas, a norma Asbea apresenta uma lista de nomenclaturas visando contribuir na organização das camadas, no caso:

- HID – hidráulico
- ARQ – arquitetônico
- EST – estrutural
- PA – paisagismo

Mas como se pode observar, não possuem um rigor quanto ao número de letras, ou seja, alguns tópicos possuem 3 letras, enquanto que outros só possuem 2, que normalmente são sempre as iniciais. Esta identificação busca que o profissional realize uma análise de suas camadas e posteriormente organize sua lista de modo que a mesma possa ser reaproveitada por outros profissionais.

Um problema detectado, é que no ao apresentar o projeto em camadas de informações, cada profissional adota suas observações e cores para cada item, isto funciona bem para o seu mundo fechado, mas quando for necessário compatibilizar o projeto, este processo pode ficar comprometido, devido à falha de incompatibilidade de padronizações.

Independente de seguirem as normas Asbea, ou criando sua própria nomenclatura, é sabido que é necessário desenvolver padrões de organização do projeto, buscando contribuir no processo de modelagem 3D.

Avaliando diversos processos de modelagem, sugere-se que sejam adotadas sempre 3 letras para identificar, o nome do desenho, o local e o objeto a que se quer modelar:

- ARQ_TER_PAR (arquitetônico, térreo e parede).

Outra técnica que pode ser utilizada é a organização do desenho na interface (tela), citando o mesmo caso de um sobrado, antes de iniciar o processo de modelagem e após

formatar as camadas, o desenho pode ser organizado na “viewport” com medidas conhecidas, ou seja, a planta do térreo está alinhada com a do pavimento superior e a de cobertura, sempre com medidas inteiras e conhecidas, e o mesmo pode ocorrer com as elevações e os cortes, visando agilizar o processo de modelagem.

Está técnica possibilita a modelagem em um mesmo plano de cota Z (altura) e a partir de comando de movimentação, conhecendo as medidas: distância entre as plantas mais a altura do objeto modelado (pé direito), é possível movimentar um objeto sem ter necessidade de clicar sobre um ponto, adotando-o como referência.

Atualmente vem sendo muito discutido o tempo que se gasta buscando um comando através dos ícones ou mesmo digitando, com a constante atualização dos programas lançando no mercado versões atualizadas, mas que muitas vezes não possuem grandes modificações, as principais ocorrem no quesito estética, onde já foi notado que algumas empresas modificam ícones, confundindo os usuários que estavam habituados ao anterior, ou mesmo ao local onde se encontrava.

Neste caso sugere-se que sejam adotados atalhos que podem ser criados por cada profissional, ou seja, cada projetista pode adotar seus comandos, buscando agilizar o processo de desenvolvimento de projetos 3D.

Alguns programas possibilitam que novos comandos sejam criados a partir da alteração de um arquivo de programação. No caso da modelagem tridimensional através de comandos de extrusão, por varredura ou por revolução, são poucos os atalhos que necessitam ser criados ou alterados. Como exemplo de um profissional destro que manipula o “mouse” com a mão direita, pode adaptar os comandos próximos à mão esquerda. Exemplo:

- ROTAÇÃO 3D – RR
- EXTRUSÃO – EE

Sempre que possível deve-se procurar desenvolver atalhos que minimizem o ato de teclar ou de buscar teclas diferentes, mas caso não tenha jeito, procurar nomear os atalhos com letras próximas. No exemplo acima, os comandos de rotação e extrusão são acionados através de uma mesma tecla, bastando controlar o número de toques.

A correta organização para posterior modelagem através de uma padronização de nomenclaturas e cores, confere ao processo projetual mais agilidade e rapidez, conseqüentemente gera mais economia de tempo ao projetista.

H. O processo de reaproveitamento de desenhos

O processo de reaproveitamento de desenho foi a maior contribuição na disseminação da utilização de programas CAD no processo de desenvolvimentos de projetos, pois no caso de desenhos representados no processo tradicional manual, a modificação demanda o redesenho de todo o projeto, até mesmo as partes que não iriam sofrer alterações. No caso, o desenho realizado sobre o papel, a nanquim ou a grafite servia apenas como base para um novo desenho, através da sobreposição de uma folha sobre a outra se copiava o projeto, modificando as áreas que deveriam sofrer alterações.

Mas a partir do processo digital a etapa do redesenho passa a ser simplificada, pois basta renomear o arquivo (ex: MAR_ARQ_EP2 – Marcelo, arquitetonico, estudo preliminar 2), e apagar a área que deverá ser alterada para em seguida redesenhá-la, economizando tempo e mão de obra (profissional).

O processo de redesenho tridimensional ainda gera muitas dúvidas, pois no caso dos projetos bidimensionais, a contribuição deste gerou grandes avanços. Mas sobre isso cabe esclarecer que é necessário conhecer alguns métodos que possam contribuir no processo de redesenho, pois diferente do processo 2D a alteração de um projeto 3D implica na forma de como o objeto foi modelado, ou seja, que tipo de modelagem foi utilizada na confecção do modelo.

Como exemplo, citamos a modelagem simplificada através do comando de extrusão, onde são criados objetos sólidos que vão compondo o modelo tridimensional, estes volumes “puros” podem sofrer modificações através de operações booleanas, e é neste ponto que se deve tomar cuidado.

Ao modelar um projeto através de sólidos geométricos, os objetos criados estão estáveis, neste caso o processo de aproveitamento de desenho 3D é simples, pois basta apagar alguns blocos e redesenhá-los.

Sobre a organização de projetos para posterior modelagem e com relação ao processo de redesenho, é necessária a divulgação de técnicas que busquem contribuir no desenvolvimento de projetos.

Portanto, através de alterações simples e realizando certas padronizações é possível agilizar o processo projetual, gerando mais qualidade e economia. Mas é válido salientar que cabe a cada profissional identificar qual a técnica de padronização ou organização que melhor lhe irá atender.

III. ANÁLISE E DISCUSSÃO

A. Portabilidade e estabilidade dos modelos

A portabilidade neste trabalho trata da capacidade que um modelo possui de se manter estável quando aberto por um outro programa que não seja o de origem. No caso, este processo de escolha pela modelagem construtiva de sólidos (CSG), engloba todos os programas CAD, de uma maneira geral. A intenção é de que o modelo gerado segundo a técnica se mantenha estável quando aberto por um outro programa, para uma finalidade de cálculo ou mesmo durante um processo de tratamento foto-realístico.

A técnica apresentada gera através da modelagem CSG, objetos simplificados que são facilmente alterados e rápidos de serem remodelados, e acima de tudo geram estabilidade e consequentemente portabilidade ao objeto.

B. Vantagens e desvantagens

A organização dos desenhos, a padronização de nomenclaturas, as técnicas de modelagem, são artifícios que o projetista pode utilizar no desenvolvimento de seus projetos, agregando valores e economia de tempo e qualidade na representação.

As vantagens que as técnicas de organização e de modelagem tridimensional proporcionam ao processo projetual são muitas, mas a que mais se destaca é a possibilidade de gerar modelos simplificados, de maneira rápida, economizando tempo de modelagem e possibilitando que mais estudos sejam realizados ou mesmo que o modelo seja alterado. As técnicas apresentadas buscam através da extrusão desenvolver projetos de natureza distinta.

Com relação às desvantagens, o processo de modelagem através de sólidos gera um arquivo que armazena todas as informações do modelo. No caso de um projeto que contenha muitos detalhes, e que seja necessário ainda interferir em determinados modelos com operações booleanas, ou seja, unir blocos, cortar, furar, são intervenções que acabam tornando os modelos instáveis e ao mesmo tempo contribuem no aumento do tamanho do arquivo.

Outro fator, é que quanto maior for o arquivo mais tempo ele levará para ser processado quando no momento do tratamento foto-realístico, ou mesmo durante o processo de modelagem em casos onde é necessário visualizar o modelo em *shade* (operação que recobre e sombreia o modelo).

Uma sugestão para diminuir o arquivo mesmo que ele necessite de muitos detalhes é o de que ao invés de modelar objetos com os mínimos detalhes, que se modele apenas um box, e sobre ele se aplique uma imagem, do objeto que deveria ser modelado.

IV. CONCLUSÃO

Após concluir esta pesquisa observa-se que o objetivo de desenvolver uma técnica que contribuísse no processo projetual de engenheiros e arquitetos, se referindo ao processo de modelagem, como forma de agilizar todo o procedimento de criação, desenvolvimento e representação do projeto foi atingido, haja vista que os pontos observados durante a pesquisa, no caso, a instabilidade dos objetos quando modelados de forma inadequada, e a portabilidade que estão diretamente ligados a falta de estabilidade, foram solucionados. Esta pesquisa expôs o desenvolvimento de uma técnica que gerasse objetos mais estáveis e consequentemente portáveis, validando-a através da aplicação e comparação da proposta com outras técnicas durante o processo de modelagem de projetos de arquitetura e engenharia.

REFERÊNCIAS

- [1] A. Brito, *Tutorial de modelagem para arquitetura*. 2007. Disponível em: <<http://www.allanbrito.com/2007/03/26/tutorial-de-modelagem-para-arquitetura/>>. Acesso em : 27 jul. 2007
- [2] J. Gomes, L. Velho, *Computação Gráfica*. Rio de Janeiro: IMPA, 1998.
- [3] ASBEA. *Otimização e padronização de informações em cadd: a integração entre projetos e projetistas*. AsBEA - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. São Paulo. rev. 1.4., 2000.



Rodolfo Tsutomu Miyamoto

2004 - Arquiteto e Urbanista – Universidade Paranaense – UNIPAR

2005 - Especialista em Projeto / Arquitetura e Pós-Modernidade / Universidade Estadual de Londrina – UEL

2007 - Mestre em Engenharia Urbana – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana / Departamento de Engenharia Civil / Centro de Tecnologia /

Universidade Estadual de Maringá - UEM

Professor Universidade Estadual de Maringá – UEM – Curso de Design - desde 2007

E-mail: rodolfo_miyamoto@hotmail.com