



## USO DE CAD *FREEWARE* NO ENSINO DE ENGENHARIA

Carolina Chaves Barbosa

USP - Universidade de São Paulo, Departamento de Construção Civil  
carolina.barbosa@poli.usp.br

Liang-Yee Cheng

USP - Universidade de São Paulo, Departamento de Construção Civil  
cheng.yee@poli.usp.br

### RESUMO

No ensino moderno de Desenho para Engenharia, o uso de CAD é imprescindível para o aprendizado dos conceitos teóricos, tais como Geometria Projetiva e Modelamento Geométrico, visando o desenvolvimento de habilidades espaciais e o domínio da linguagem técnica gráfica e da ferramenta de projeto. Dentro deste contexto, existe uma demanda por programa de CAD nos cursos de Desenho para Engenharia. Recentemente, existem muitos *freeware* gráficos, tais como desenhos vetoriais 2D e modeladores 3D, assim como os programas de CAD. Com o constante aprimoramento, o potencial destes *freeware* para o uso didático aumentou significativamente. Por outro lado, do ponto de vista dos alunos, o uso de *freeware* ao invés programas CAD comerciais, cujo acesso é limitado devido ao custo, pode significar a possibilidade de praticar e fazer os exercícios em casa. Deste modo, o objetivo deste trabalho é analisar a viabilidade do uso de *freeware* no ensino e aprendizagem de Desenho para Engenharia. As análises são realizadas com base na verificação dos recursos dos programas sob a ótica dos requisitos do curso, e por meios de informações coletadas em mini-cursos aplicados aos estudantes.

**Palavras-chave:** CAD, *freeware*, ensino, engenharia.

### ABSTRACT

In the modern education of Engineering Design Graphics, the use of CAD technology is essential in learning of theoretical concepts, such as Projective Geometry and Geometrical Modeling, for the development of spatial abilities and the mastering of the engineering graphics communication and design tool. Within

this context, there is a demand for the CAD software in the Engineering courses. Recently, there are many freeware for graphics use, such 2D vector drawing and 3D modeler applications as well as CAD software. With constant improvement and updating, the potential of these freeware for the educational use is increasing quickly. From the viewpoint of the students, the use of freeware instead of commercial CAD tools, whose access is limited due to the cost, may mean the possibility of doing the home works or practicing the projects at home. Thus, the objective of the present work is to analyze the feasibility of applying freeware for the teaching and learning of Engineering Design Graphics. The analyses were carried out by checking the functionalities of the freeware against the requirements of the course and by collecting information from mini-lectures applied to the students.

**Index Terms – CAD, Engineering Education, Freeware.**

## **1 Introdução**

Com o advento das ferramentas computacionais houve uma transformação nas técnicas de desenho e manipulação de imagens, um projeto que antes era feito à mão e com plantas, elevações e cortes, agora pode ser feito inteiramente no computador em três dimensões. Com essa nova maneira de projetar, a partir de estudos volumétricos e diminuindo o tempo gasto em trabalhos repetitivos, os projetos são realizados com mais facilidade e rapidez, trazendo benefícios como: maior detalhamento, precisão e interação entre diversos projetistas [1].

O ensino de desenho é essencial para o desenvolvimento da percepção espacial. Com a nova ferramenta abriu-se uma porta para a melhor visualização 3D, a partir de perspectivas e elevações mostradas quase instantaneamente no monitor do computador.

Nas universidades, a manutenção de um curso de CAD de qualidade utilizando software comercial requer um investimento elevado, tanto sob o ponto de vista de aquisição, manutenção ou atualização de hardwares e softwares, como no treinamento da equipe. Mesmo com descontos acadêmicos, devido ao grande número de licenças que devem ser adquiridos, ou constantemente atualizados para o programa não ficar muito defasado em relação ao estado da arte representa um valor relativamente alto para as universidades. Isso sem contar com o suporte técnico e o treinamento dos professores e/ou monitores a cada troca de software, de versão, ou mudança na equipe, muitas vezes contornada internamente pelo esforço da própria equipe, visto que as universidades, principalmente as públicas, não costumam manter verbas orçamentárias para custeá-los, a falta da infra-estrutura e hardware e software, e as constantes atualizações destes, acabam se tornando um dos principais problemas enfrentados para o ensino de CAD.

Além da falta de recursos enfrentados pelas universidades, os alunos também sofrem com a dificuldade de custear o programa comercial utilizado pela faculdade, mesmo com descontos acadêmicos, dificultando seu aprendizado em casa e no desenvolvimento de projetos exigidos pelo curso. Assim, como os alunos não são cobertos pelas licenças adquiridas pela universidade na maioria das vezes, eles optam pelo uso ilegal de softwares para execução de seus trabalhos estudantis.

Dentro deste contexto, este trabalho propõe, como alternativa, o uso de CAD *freeware*, diminuindo assim os custos com a compra de licenças e suas atualizações, evitando a ilegalidade de softwares, facilitando o treinamento através de fóruns on-line para alunos e professores. E ainda, se o programa tiver seu código aberto ao público, existe a possibilidade do próprio curso adaptar o software conforme suas necessidades.

## **2 Ensino de Desenho no Brasil**

O ensino da geometria no Brasil começou no fim do século XVIII, e foi ganhando espaço devido à demanda gerada pelo desenvolvimento industrial. No entanto, por causa da mudança na diretriz de ensino governamental, na década de 70, Desenho deixou de fazer parte dos currículos nos níveis fundamental e médio, restringindo o assunto somente a algumas escolas e aos cursos técnicos. Deste modo, os alunos ingressantes dos cursos de engenharia acabam tendo dificuldades no aprendizado devido ao falta do conhecimento prévio. A mudança curricular nas universidades brasileiras, que diminuem a carga horária do Desenho nos cursos de Engenharia, impôs outro desafio ao ensino. Por causa disso, diversos estudos sobre didática mais eficiente e eficaz foram realizados [2].

Devido a vantagens do uso de CAD como rapidez e precisão, a tecnologia difundiu-se no meio empresarial, e evoluiu de forma acelerada, causando uma mudança irreversível nas práticas profissionais. Mas ainda existem muitas dificuldades na transição do ensino de Desenho usando instrumentos tradicionais e sistemas CAD.

O ensino de CAD nos cursos de Engenharia no país começou no final da década de 80. No entanto, a tecnologia só foi difundida, dentro das universidades, com maior rapidez a partir do final da década de 90. Segundo a pesquisa de Moraes [3], no início do século XXI, o ensino de CAD no Brasil estava sendo feito por apenas 18% das faculdades de engenharia.

Essa defasagem é em parte, devido à falta de uma metodologia consagrada para o ensino, que é agravada pela rápida evolução tecnológica e a falta de recursos para a implementação. Algumas soluções criativas e propostas didáticas foram reportadas, entre as quais, podemos citar a experiência do Departamento de Expressão Gráfica da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) [4], e a proposta didática do Departamento de Artes e Representação Gráfica da Universidade Estadual Paulista (Bauru) [5].

Hoje em dia, com ênfase no desenvolvimento da habilidade de visualização espacial, de modo geral, o uso de CAD já é bastante difundido, e coexiste com desenho a mão livre. Porém, a falta de recursos e a necessidade de busca de alternativas de menor impacto no orçamento continua sendo um grande desafio para maioria das faculdades de engenharias no Brasil.

### 3 Curso de Desenho para Engenharia na Escola Politécnica

A Escola Politécnica foi o pioneiro na introdução de CAD no ensino de engenharia no Brasil. No início da década de 90, o ensino do CAD era aplicado experimentalmente em algumas turmas, e logo em seguida, foi difundido para todos os alunos ingressantes, substituindo o ensino do desenho tradicional. Por volta de 1996, houve uma mudança na diretriz do ensino, que passou a priorizar desenvolvimento das habilidades de visualização e da lógica espacial, ao invés de focar somente o domínio da ferramenta. O curso de desenho foi reformulado novamente, dando maior equilíbrio entre o aprendizado dos fundamentos teóricos e a prática da ferramenta CAD. O aluno deve terminar o curso, dominando teorias e técnicas de representação gráfica para o exercício da profissão, a partir do desenvolvimento das capacidades de raciocínio espacial, visualização tridimensional, interpretação da linguagem técnica, entre outras [6].

Atualmente, o curso de desenho é dividido em 2 disciplinas semestrais, de 30 horas aula cada: Geometria Gráfica e Representação Gráfica. Todas as aulas do curso são ministradas no Laboratório de Ensino de CAD (LEC – ver Figura 1), criado em 2005, o laboratório foi resultado da parceria com mais de 20 empresas com a Escola Politécnica. Além disso, os programas utilizados em sala de aula foram fornecidos pela Bentley e pelo programa PACE (Partners of the Advancement of Collaborative Engineering Education).



Figura 1: Fotos do Laboratório de Ensino de CAD (LEC)

As disciplinas que compõem o curso de Desenho da Escola Politécnica são Geometria Gráfica e Representação Gráfica para Engenharia. Além das aulas, a Escola Politécnica tem atividades programadas ou monitorias, os monitores das disciplinas são alunos da graduação que têm interesse em trabalhar no meio acadêmico. Nas atividades programadas os alunos praticam CAD 2D no primeiro semestre e CAD 3D no segundo, e desenvolvem os projetos semestrais [7].

O curso de Geometria Gráfica, dado no primeiro semestre dos estudantes na escola, tem como foco dar as noções básicas sobre Desenho Geométrico, Geometria Descritiva, Geometria Cotada e a representação por superfícies topográfica. O CAD utilizado na disciplina é o Microstation SE, da Bentley, durante o curso de CAD os alunos aprendem principalmente os comandos de criação, modificação e manipulação de objetos planos, a partir da entrada de dados por coordenadas retangulares e polares. O trabalho semestral é voltado para um típico problema da engenharia civil, os alunos trabalham no projeto simplificado de uma linha de transmissão de energia, aplicando conceitos da Geometria Cotada, representações por

superfícies topográficas e levantamento de perfis topográficos [8].

No segundo semestre do curso de engenharia, é oferecida a disciplina de Representação Gráfica que é focada em objetos tridimensionais, nela os alunos aprendem sobre perspectivas, projeções ortográficas e representação de cortes em peças. O ensino do CAD NX3, da UGS, é voltado para o domínio e a práticas dos conceitos e métodos do modelamento geométrico dos objetos 3D e superfícies, como por exemplo: por instanciação de primitivas, por varredura, por operações booleanas, por métodos paramétricos, por restrições geométricas, e pelo conceito de *Assembly* (montagem). O projeto semestral tem como objetivo fazer um carrinho que é capaz de superar um desafio específico. Em cada ano é um desafio diferente, e é voltado para um problema da engenharia mecânica e faz o aluno trabalhar com perspectivas e projeções no CAD [7].

#### 4 CAD Freeware

*Freeware* é um software que possui licença livre para sua redistribuição, mas não para modificação e o código fonte não é disponibilizado. Além dos *freeware*, existem também outros programas com diferentes licenças menos restritivas que o *freeware*, como por exemplo, os softwares livres, que possui o código fonte aberto [9]. Aqui, por simplicidade, usamos o termo CAD *freeware* para designar os programas de projeto assistido por computador (*Computer Aided Design*) com as licenças indicadas acima. E para facilitar a seleção para a aplicação didática, dividimos os programas em 3 categorias: *open source* (código fonte aberto); *freeware*, de distribuição livre; *trial*, para testes por recursos (tempo ou funcionalidades, etc.) limitado.

Tabela 1: Relação de CAD levantados

<b>2D</b>			
Nome	Empresa	Licença	Site
A9CAD	A9 Tech	Freeware	<a href="http://www.a9tech.com">http://www.a9tech.com</a>
CadStd	John Apperson	Freeware	<a href="http://www.apperson.org/cadstd/">http://www.apperson.org/cadstd/</a>
Delta CAD	Cypress Software	Trial	<a href="http://www.deltacad.com">http://www.deltacad.com</a>
DESI-III	H. Mariën	Freeware	<a href="http://users.pandora.be/desi-iii/index.html">http://users.pandora.be/desi-iii/index.html</a>
FelixCAD 5 LT	GiveMePower	Freeware	<a href="http://www.givemepower.de">http://www.givemepower.de</a>
Free 2Desing	Think3	Freeware	<a href="http://www.free2design.org">http://www.free2design.org</a>
JustCad	Jon Hoke	Freeware	<a href="http://www.justcad.com">http://www.justcad.com</a>
QCad	RibbonSoft GmbH	Código Aberto	<a href="http://www.qcad.org">http://www.qcad.org</a>
Solid Edge Free	UGS	Freeware	<a href="http://www.solidedge.com/free2d/">www.solidedge.com/free2d/</a>
<b>3D</b>			
Nome	Empresa	Licença	Site
3D Canvas	Amabilis	Freeware	<a href="http://www.amabilis.com">www.amabilis.com</a>
Blender	Blender Foundation	Código aberto	<a href="http://www.blender.org">http://www.blender.org</a>
BRL-CAD	Governo americano	Código Aberto	<a href="http://sourceforge.net/projects/brlcad/">http://sourceforge.net/projects/brlcad/</a>
CADX11	GrayTech	Freeware	<a href="http://www.graytechsoftware.com/products/cadx11/index.asp">http://www.graytechsoftware.com/products/cadx11/index.asp</a>
DesignCAD	IMSI	Trial	<a href="http://www.imsisoft.com/faminfo.asp?fam=2">www.imsisoft.com/faminfo.asp?fam=2</a>
DesignWorkshop	Artifice	Freeware	<a href="http://www.artifice.com/">http://www.artifice.com/</a>
Free CAD	Aik-Siong Koh	Freeware	<a href="http://www.askoh.com">www.askoh.com</a>
Google SketchUp		Freeware	<a href="http://sketchup.google.com/download.html">http://sketchup.google.com/download.html</a>
Minos CAD 2.2	John Apperson	Freeware	<a href="http://www.le-boite.com/downl.htm">www.le-boite.com/downl.htm</a>
My3DEngine	i-compute	Freeware	<a href="http://www.i-compute.net/projects_My3DEngine.php">www.i-compute.net/projects_My3DEngine.php</a>
Turbo CAD	IMSI	Trial	<a href="http://www.turbocad.com">www.turbocad.com</a>
VectorEngineer		Freeware	<a href="http://www.vectorengineer.com/">http://www.vectorengineer.com/</a>
WorkCAD	CIENGE	Trial	<a href="http://www.workcad.com.br/index.php?session=download_trial">http://www.workcad.com.br/index.php?session=download_trial</a>

O CAD *freeware* traz muitas vantagens, principalmente em relação ao custo. As universidades brasileiras, principalmente as públicas, possuem um problema sério de falta de recursos para a implantação de uma sala de computadores com software de licença paga. Com o uso de CAD *freeware*, é possível reduzir os custos com a implantação, já que não há uma necessidade de compra e atualização com softwares, além de possibilitar que os alunos tenham o programa em seus computadores pessoais.

O levantamento dos *softwares* foi feito por meio de revistas especializadas, e principalmente pela *internet*, através de *sites* de busca e *downloads* diferentes. Para cada programa encontrado através desses *sites*, foi feita uma procura mais aprofundada na página de cada empresa ou pessoa física que tem propriedade sobre suas licenças para evitar *softwares* que tenham sofrido alguma modificação por terceiros e também para pegar as informações originais sobre o programa. Tabela 1 mostra a relação dos programas levantados.

Em seguida, foi feito o *download* dos programas pelo *site* oficial. Em alguns casos foi necessário fazer o registro antes ou depois da instalação do programa.

## 5 Análise e Resultados Obtidos

A análise dos programas de CAD será feita em duas etapas, a primeira indicada neste trabalho, é sobre os CAD 2D. Houve essa divisão em dois tipos de CAD, porque o curso de desenho na Escola Politécnica possui a mesma divisão, no primeiro semestre é dado o curso 2D e no segundo o curso 3D. Como a pesquisa tem como base o curso de desenho da Escola Politécnica, foi feita esta divisão para uma melhor avaliação.

Os critérios utilizados para a análise têm base nas aulas do CAD adotado e no projeto da linha de transmissão de energia. Foram analisados os principais comandos de utilização no desenho:

Entrada de dados;

Comandos de criação: linha, polilinha, circunferências, arcos, elipses;

Comandos de modificação: cortar, estender, chamfrar, arredondar;

Comandos de seleção: selecionar, desselecionar, inverter seleção;

Comandos de manipulação: copiar, mover, escala;

Hachuras, curvas, zoom e etc;

Formato de arquivos;

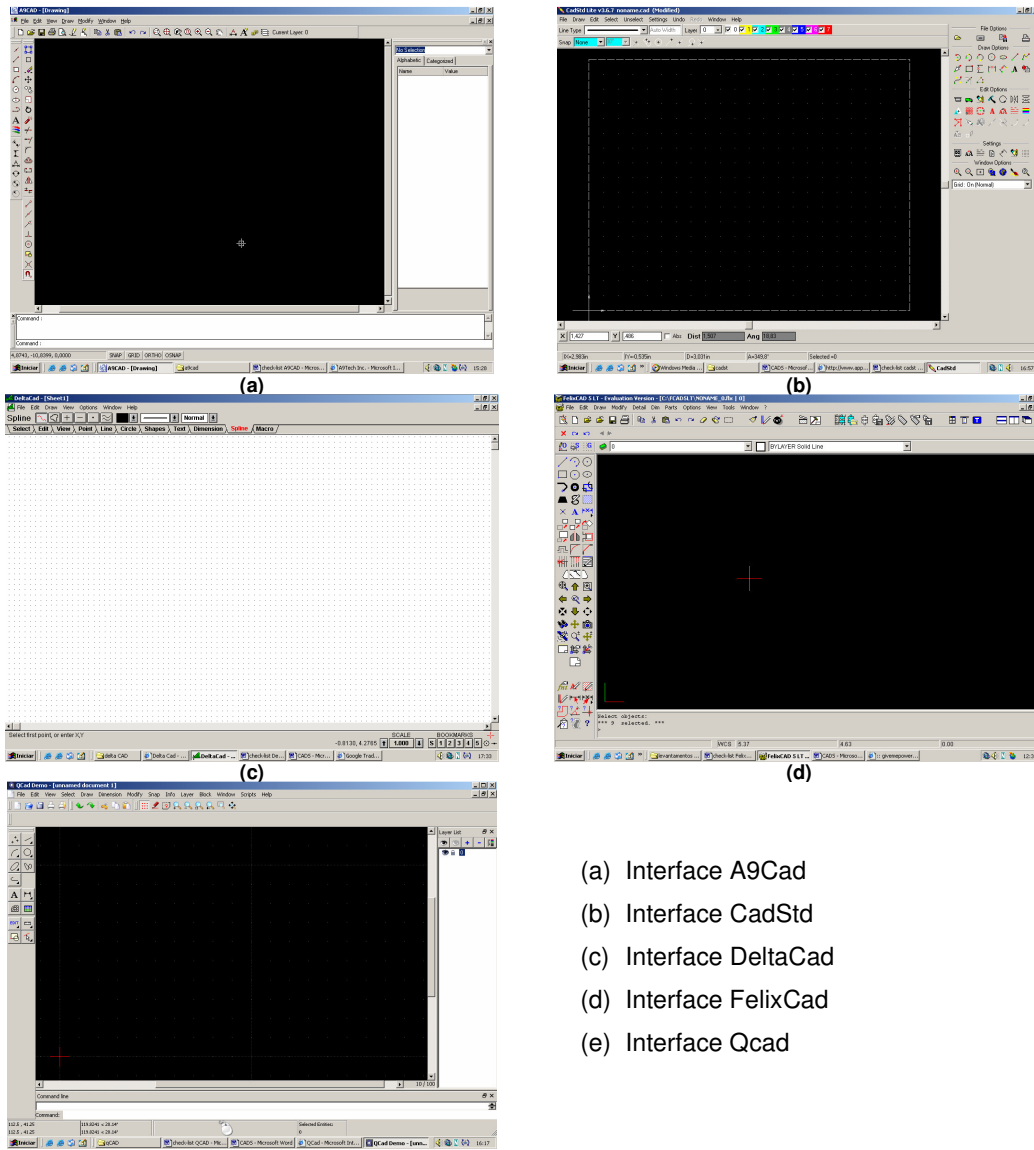
Macros.

Nesses itens indicados a maioria dos programas obteve um resultado satisfatório nos itens de entrada de dados e comandos de criação e manipulação. A entrada de dados de alguns programas só podia ser feita relativamente ao último ponto escolhido. Alguns programas tiveram erros quando tenta executar os comandos de modificação. Em relação às curvas, poucos trabalhavam com *b-spline* e poucos apresentaram a opção de fazer parábola. Poucos trabalhavam com hachuras, destes quando o comando era mais avançado havia poucas hachuras ou quando existiam várias hachuras o programa só trabalhava com regiões retas ou

dava algum erro no programa. A maioria exporta para o formato dxf e suas interfaces são de fácil aprendizado e intuitivas. A minoria trabalha com macros.

Em comparação com o software utilizado pela Escola Politécnica, somente um programa tinha uma entrada de dados tão eficiente. O software adotado possui um ótimo conceito sobre curvas podendo fazer vários tipos e nenhum dos programas é tão avançado quanto ele.

Desses softwares analisados foram escolhidos três para se fazer um mini-curso com alunos e monitores da disciplina. Por motivos de falta de tempo e local disponível para o mini-curso, foram escolhidos somente três. A escolha foi feita através da melhor adaptação do curso e dos programas. Os softwares analisados são A9CAD, CadStd, DeltaCad, FelixCad e Qcad. A figura 2 mostra suas interfaces.



- (a) Interface A9Cad
- (b) Interface CadStd
- (c) Interface DeltaCad
- (d) Interface FelixCad
- (e) Interface Qcad

Figura 2: Interfaces dos programas indicados para o mini-curso

Com duração de uma hora e quarenta minutos, o mini-curso foi aplicado na última semana de maio. O procedimento adotado foi de fazer uma breve explicação sobre o programa, mostrar sua interface e onde se encontram os principais comandos, resolver um exemplo dados e pedir

para os alunos resolverem um exercício. No mini-curso o passo-a-passo do exercício foi dado, já que estamos interessados em saber se os alunos gostaram do programa e não se eles já entenderam a lógica da construção de desenhos.

Os programas foram analisados de duas maneiras. Primeiro a partir de atributos associados à usabilidade, listados a seguir [10]:

Facilidade de aprendizado: o programa deve ser de fácil aprendizado para permitir que os usuários iniciem o trabalho rapidamente.

Eficiência: o programa deve ser eficiente para que o usuário, ao aprender a usar o programa, apresente a maior produtividade possível.

Baixa taxa de erros: o programa deve ter verificações sobre as operações efetuadas pelos usuários com o objetivo de interceptar erros, e caso estes ocorram, devem existir mecanismos que permitam fáceis correções.

Documentação de ajuda: o programa deve ter uma boa documentação de ajuda para quando o usuário tiver alguma dúvida sobre como utilizá-lo ou quando não souber qual comando utilizar.

Satisfação do usuário: o sistema deve ser agradável de usar.

Outra forma foi a partir de grupos de comandos separados da maneira a seguir:

Comandos de criação;

Comandos de seleção;

Comandos de manipulação;

Comandos de modificação;

Outros comandos: zoom, curvas, hachuras e etc.

Além das notas atribuídas para cada item, no final do mini-curso havia um questionário perguntando sobre como era a interface do programa, sobre a documentação de ajuda, se ficaram satisfeitos com o programa e pediu-se para comentar os aspectos positivos e negativos. Os resultados encontrados depois do mini-curso estão indicados na figura 3a e 3b.

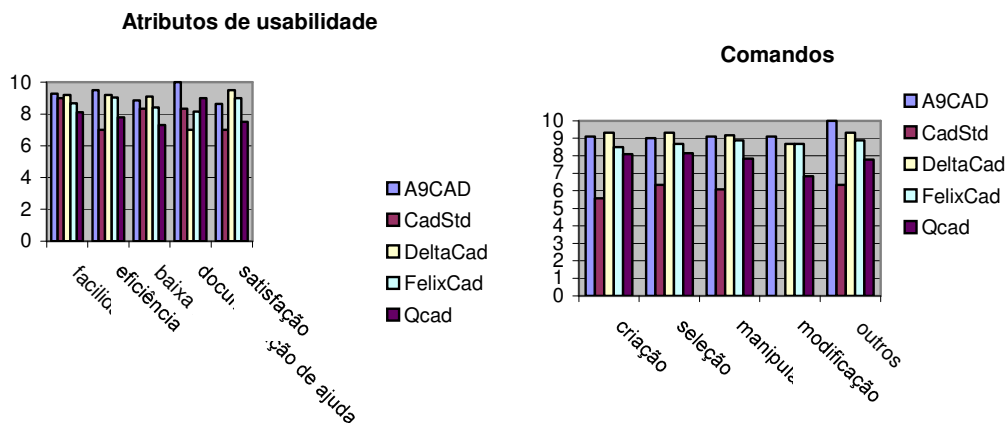


Figura 3: Gráfico com os resultados referentes a usabilidade (a) e aos comandos (b).



A9CAD – os alunos gostaram da interface e acharam o programa satisfatório, alguns sentiram falta de comandos como parábolas e dificuldades no comando de arredondamento.

CadStd – os alunos consideraram a documentação de ajuda satisfatória com passo-a-passo para fazer os comandos. Concordam que a interface é intuitiva. Faltam diversos comandos de modificação, os comando de coordenadas e os *layers* são limitados.

DeltaCad – os alunos manifestaram que a documentação de ajuda poderia ser em português, a interface é satisfatória e funcional através das abas. Ficaram satisfeitos, pois o programa parece ser mais simples de entender que o utilizado no curso.

FelixCad – apesar das reclamações devido ao fato da documentação de ajuda e o programa serem em inglês, os alunos acharam o programa ágil. Sua interface é satisfatória.

Qcad – os alunos relataram que a documentação de ajuda é completa, detalhada e de fácil compreensão. O programa é fácil de trabalhar e os comandos são objetivos, a interface é bem simples e intuitiva. Houve reclamações em relação ao programa fechar a cada dez minutos e que houve problemas nos comandos de modificação.

## **6 Considerações Finais**

Considerando que as universidades brasileiras possuem dificuldades em conseguir recursos para implantação de salas de aulas com computadores para o ensino de desenho. Com alternativa para diminuir esses custos, consideramos o uso de CAD *freeware*.

Foi feito um levantamento de CAD *freeware* e encontraram-se nove para projetos 2D e 16 para modelamento de objetos tridimensionais. Destes foi feita uma análise dos programas de projeto bidimensionais, e escolhidos três para um mini-curso com os alunos da disciplina. Esses três programas forma escolhidos a partir da melhor adaptação do software aos conceitos utilizados em aula. O mini-curso foi dividido em uma breve apresentação do programa e de sua interface, com exemplo e exercício para os alunos praticarem o *software*. Os resultados obtidos foram satisfatórios, houve algumas reclamações pontuais sobre os programas.

Em uma primeira análise, concluiu-se que, pelo menos para desenho 2D, a utilização de softwares *freeware* é válida e viável para atingir alguns objetivos didáticos.

A próxima etapa do projeto é fazer uma análise dos programas 2D junto aos professores, para saber qual a visão dos educadores. E depois fazer uma análise dos programas 3D existentes no mercado com base no programa da disciplina de Representação Gráfica de Escola Politécnica. Com os resultados das análises, veremos a possibilidade de integrar vários CAD *freeware* para o atendimento dos objetivos de um curso de desenho.

## **Agradecimentos**

Os autores gostariam de expressar sua gratidão à FAPESP pela bolsa de Iniciação Científica Processo No. **06/59217-5** que permitiu a realização desta pesquisa.

## **Referências**

[1] JACQUES, Jocelise de Jacques. A utilização da modelagem 3D em programas CAD no

- processo de projeto de edificações. In: Anais do XVI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e *V International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design* (GRAPHICA'2003). Santa Cruz do Sul, 2003.
- [2] ANDRADE, Vladimir Lira Veras Xavier de. A utilização das novas tecnologias no ensino de desenho. In: Anais do XVI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e *V International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design* (GRAPHICA'2003). Santa Cruz do Sul, 2003.
- [3] MORAES, Andréa Benício de. A Expressão Gráfica em cursos de engenharia: Estado da Arte e principais tendências. **Proceedings**. v 1, pp 24-33 e 65. São Paulo, 2001.
- [4] OLIVEIRA, Márcia Maria Pinheiro de & LIMA, Fernando Rodrigues. Reflexões sobre o ensino de desenho frente às novas tecnologias. In: Anais do XIV Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e *III International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design* (GRAPHICA'2000). Ouro Preto, 2000.
- [5] DEGANUTTI, Roberto et al. Desenvolvimento de novos processos metodológicos para o ensino de desenho técnico nos cursos de engenharia. In: Anais do XVI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e *V International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design* (GRAPHICA'2003). Santa Cruz do Sul, 2003.
- [6] MONICE, Simone et al. O programa de aperfeiçoamento de ensino nas disciplinas de Desenho para Engenharia da Escola Politécnica. In: Anais do XVI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e *V International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design* (GRAPHICA'2003). Santa Cruz do Sul, 2003.
- [7] LAURINDO, Rafael Magalhães et al. Aspectos da atividade de monitoria nas disciplinas de Desenho I e II para engenharia. In: Anais do XVI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e *V International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design* (GRAPHICA'2003). Santa Cruz do Sul, 2003.
- [8] SANTOS, Eduardo Toledo et al. Da geometria cotada ao modelamento 3D: projeto didático. In: Anais do XVI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e *V International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design* (GRAPHICA'2003). Santa Cruz do Sul, 2003.
- [9] HEXEL, Roberto A. Propostas de ações de governo para incentivar o uso de software livre. **Proceedings**: v 1, pp 2-6. Curitiba, 2002.
- [10] CHENG, Liang-Yee & YAMAMOTO, Marco Antônio. Um método para avaliação da usabilidade de interfaces gráficas. In: Anais do XVI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e *V International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design* (GRAPHICA'2003). Santa Cruz do Sul, 2003.