

Centro Universitário de Belo Horizonte / UNI-BH

Sistema CAD: evolução e tendências

Héberson Ricardo Valentim

Ricardo Queiroz Correia

MARÇO, 2002

Sistema CAD: evolução e tendências

Héberson Ricardo Valentim

Ricardo Queiroz Correia

Monografia apresentada no curso de Pós Graduação

“*Lato-sensu* ‘-Especialização em Análise de Sistema’”.

MARÇO, 2002

Agradecimentos

Todos os professores e funcionários da UNI-BH, pelo espírito de profissionalismo dedicado ao ensino.

Todos os colegas de sala que contribuem a cada aula com perguntas que enriquecem o ensino.

Todas as pessoas que contribuíram na realização desse trabalho.

*“Foram os gregos que nos legaram a palavra mais bela de nossa língua: a palavra **ENTUSIASMO**, do grego **EN THEO**, um Deus interior.” (PASTEUR)*

Héberson e Ricardo

Sumário

Resumo	5
1 – Introdução	6
2– Objeto do estudo	8
3 – O sistema CAD	10
3.1 Histórico e tendências da computação gráfica.....	10
3.1.1 – Apresentação	
3.1.2 - A crise: surgimento de novos periféricos, diferenças de protocolos	
3.1.3 - A busca da padronização	
3.1.4 - Estado atual e situação no Brasil	
3.1.5 – Tendências	
3.1.6 – O início do desenvolvimento do sistema	
3.2-Design e Designer.....	21
3.3 Custo para implantação.....	24
3.3.1 - Benefício reais de adoção do sistema CAD	
3.4 Aplicação do sistema.....	26
4 – Conclusão	27
5 – Anexos	31
6 – Referencias Bibliográficas	41

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo principal apresentar o sistema CAD - *Computer Aided Design* - demonstrando os principais marcos de sua evolução e as suas tendências na aplicação em projeto de engenharia.

Procurou-se enfocar os seus principais aspectos como ferramenta de trabalho, sua notabilidade e eficiência na utilização em projetos diversos de engenharia e a sua imagem no mercado de trabalho. Demonstram-se ainda, as limitações do sistema, os impactos sociais promovidos no ambiente de trabalho e as idéias fantasiosas de administradores no que diz respeito à capacidade real do sistema CAD em realizar tarefas.

Por fim, alerta-se para a necessidade de reavaliar o elo existente entre o homem e a máquina para melhoria da vida dos profissionais da área nas estações de trabalho.

1 – INTRODUÇÃO

Até pouco tempo, o uso de computadores, em sua grande maioria, destinava-se a aplicações de caráter administrativo. Posteriormente, a utilização da computação foi se ampliando para outras áreas onde a utilização de imagens gráficas passou a ter as mais variadas aplicações.

As primeiras gerações de imagens gráficas surgiram timidamente na década de 50. Porém, devido ao custo extremamente elevado dos equipamentos, sua aplicação ficou reduzida à indústria aeronáutica, onde o custo do produto final justificava o investimento.

Como houve sucesso considerável do uso de computadores nas áreas de administração, a computação gráfica tem o seu desenvolvimento um pouco inibido, entretanto, pode-se observar que na atualidade, o panorama é bastante diferente, e é cada vez mais avançada a tecnologia aplicada a computação gráfica e ao sistema CAD (*Computer Aided Design*).

Hoje em dia passa-se por uma revolução, na qual os métodos produtivos convencionais e tradicionais cederam lugar para a automatização, implicando de maneira progressiva em uma diversificação no uso dos computadores.

Os desenhos e a representação gráfica têm sido parte integrante da indústria e, há muitos anos, é o elo existente entre os projetos de engenharia e a sua produção. A informação é rapidamente comunicada na forma de desenhos preparados de acordo com os padrões pré-definidos.

Outro fator de extrema relevância e que chamou a atenção especial dos autores, é a idéia e a visão de que “*um desenho vale por mil palavras*” (VOISINET, 1986). A razão é que à parte do cérebro que assimila informações ilustrativas por figuras e desenhos são muito rápidas, e muito mais antiga em termos evolucionistas do que a que interpreta informações verbais, ou outro tipo de informação escrita. No primitivo mundo das

cavernas, os dons de sobrevivência foram premiados aos organismos que puderam mais eficiente e precisamente avaliar o cenário no qual se encontravam. Para um indivíduo ou qualquer uma criatura primitiva, rapidez e precisão seriam preciosas para que fossem capazes de reconhecer e capturar a sua presa, sendo essas características essenciais para o reconhecimento e para evitar um animal que tivesse a intenção de capturá-los.

Pelo fato dos homens primitivos utilizarem a visão como meio de se manterem vivos a todo instante no decorrer de suas vidas, o cérebro desenvolveu a capacidade de expandir-se em um processo paralelo espetacularmente sofisticado em reconhecer objetos. Quando interpreta imagens e desenhos, o cérebro está muito mais à vontade do que quando interpreta palavras ou números, e, deste modo ele se cansa menos rapidamente. Uma vantagem adicional das imagens e desenhos é que eles são bidimensionais, enquanto as palavras e números são unidimensionais. Assim, uma ferramenta gráfica é muito mais legível que uma ferramenta verbal ou escrita, podendo ser mais corretamente interpretada pelo cérebro, além de ser uma descrição mais realista de um fato.

O uso de desenhos para representar informações e transmitir idéias é uma prática natural para o ser humano que sempre esteve cercado de imagens que lhe deram a noção da realidade. Desde a pré-história, o ser humano procurou reproduzir cenas de seu interesse através de desenhos. Vários cientistas antigos sintetizaram seus experimentos em gráficos e desenhos com o objetivo de facilitar sua análise, o estudo e conclusões para eles mesmos e para as gerações de cientistas do futuro.

Contudo, este trabalho pretende apontar ou identificar como tem sido a evolução, as tendências e as aplicações, onde é cada vez mais utilizado o sistema CAD (Desenho Auxiliado por Computador) nas diversas áreas de engenharia.

2 – OBJETO DE ESTUDO

Este trabalho titulado “Sistema CAD: evolução e tendências” têm por objetivos identificar como tem sido a evolução do sistema CAD e quais vantagens e benefícios oferecidos por esta importante ferramenta na produção e no desenvolvimento de trabalhos relacionados a projetos de engenharia.

Os interesses dos pesquisadores em estudar o problema são decorrentes das observações das mutações presentes na metodologia (características de equipamentos presentes tanto nas estações de trabalho quanto nas estações de produção, nas ações interativas do usuário com o modelo do artefato em desenvolvimento) adquiridas nas empresas de desenvolvimento de projetos de engenharia nos últimos anos com a implantação do sistema CAD. São também observados, na atualidade, que empresas modernas estão optando por apresentações de estudos e projetos de modo gráfico, evitando, de certo modo a utilização de textos escritos e numéricos, tornando mais compreensível à exposição de um determinado assunto utilizando a comunicação visual.

O estudo da evolução, tendências e aplicações do sistema CAD ao desenvolvimento e execução de projetos de engenharia são importantes uma vez que este sistema pode ser considerado como capaz de aumentar a capacitação tecnológica e melhorar os controles gerenciais uma vez que apresenta alta velocidade de processamento, comodidade para arquivar projetos executados, evitando a utilização de grandes espaços físicos hoje muito valorizado no mercado imobiliário. Além disso, pode ser um excelente recurso para utilização em bibliotecas, costumerização e programação, aumentando significativamente a produtividade dos usuários, oferecendo facilidade para alternâncias e estudos de alternativas de determinados processos na elaboração e definição de projetos específicos de engenharia. Além disso são características nítidas e claras em projetos executados em ambiente CAD: facilidade de controle, ótima qualidade, precisão e eficiência do produto final.

3 – O SISTEMA CAD

3.1 – Histórico e tendências da computação gráfica

3.1.1 – Apresentação

CAD é a sigla de Computer Aided Design, ou projeto auxiliado por computador. Corresponde a execução da atividade de projetar, através da criação, manipulação e representação de modelos e projetos utilizando computadores e periféricos. O sistema CAD envolve todas as atividades relacionadas com a concepção do produto, ou seja, o desenvolvimento de inúmeras variantes e configurações, ou detalhamento desta concepção, incluindo com a documentação técnica do produto, desenhos e relatórios descritivos.

Quando, em 1950, foi utilizado pela primeira vez um *display* controlado pelo computador Whirlwind I no MIT (Massachusetts Institute of Technology) para a geração de imagens gráficas simples, surgia um novo ramo tanto da Ciência da Computação, como para Engenharia Eletrônica. Deste modo, surgiu a computação gráfica que teria, a partir dessa data, importância sempre crescente no mundo.

Esse *display* era, na verdade, um tubo de raios catódicos, semelhante ao de uma televisão ou osciloscópio.

“Os progressos desse novo ramo da ciência foram lentos durante algum tempo principalmente na década de 50, em virtude da inadequação dos computadores então existentes para uso interativo, e também pela não-disponibilidade de dispositivos gráficos.”
(CUNHA, 1987, p.36)

Na década de 50, a Força Aérea dos Estados Unidos implementou um sistema de controle e comando de voo (SAGE) baseado em Computação Gráfica.

Segundo CUNHA (1987) os dados a seguir representam o início da utilização de alguns dos periféricos gráficos:

- 1951 - terminais gráficos;
- 1953 - *plotters* (traçadores de gráficos);
- 1958 - *light pens*;
- 1962 - terminais coloridos;
- 1964 - *tablets* (mesas digitalizadoras).

Acredita-se que em 1964 o número de sistemas gráficos em utilização no mundo era da ordem de 100 sistemas.

3.1.2 - A crise: surgimento de novos periféricos, diferenças de protocolos

Segundo CUNHA (1987), no ano de 1962, o panorama começa a mudar, quando Ivan E. Sutherland apresenta a sua tese de doutoramento no MIT: *Sketchpad: a man-machine graphical communication system*, o que lhe valeu o título de pai da moderna Computação Gráfica.

Em seu trabalho, Sutherland descrevia um sistema gráfico, inclusive com recursos de desenho em três dimensões, e provava a viabilidade do uso do computador para trabalhos de *drafting e design* (desenho e projeto auxiliados por computador).

O desenvolvimento mais efetivo ocorreu quando o assunto começou a tornar-se também objeto de interesse da indústria, no princípio da década de 60, quando foi iniciada a implementação de alguns sistemas para apoio a projeto e fabricação, na área automobilística e aeroespacial.

Neste sentido, vale a pena citar, por exemplo, o projeto DAC-1 (*Designs Augmented by Computer*) da General Motors e o CADAM (*Computer Aided Design and Manufacturing*) da Lockheed - Georgia. Iniciativas semelhantes ocorreram na Boeing, Douglas, Rockwell, RollsRoyce e outras

poucas empresas.

Na maioria destas iniciativas, estava presente um dos grandes fornecedores de computadores: IBM, Control Data, DEC.

Com o impulso dado por esses trabalhos, surgiram inúmeros projetos de pesquisa e diferentes fabricantes de *hardware* para Computação Gráfica. Em meados da década de 60 já havia mais de duas dezenas de fornecedores de algum tipo de produto de Computação Gráfica. Contudo, o preço desses equipamentos ainda era proibitivo, a não ser para aplicações especiais ou para entidades com grande capacidade de investimento. Além disso, os equipamentos possuíam conjuntos de instruções diferentes uns dos outros. Essa incompatibilidade tornava o desenvolvimento das aplicações gráficas mais lento e dispendioso, pois, além de desenvolver o *software* de aplicação, era necessário desenvolver o próprio *software* gráfico de base, exigindo dos programadores envolvidos muitos conhecimentos de técnicas de Computação Gráfica. Essa situação gerou a necessidade do desenvolvimento de *software* gráfico para ser utilizado pelos programadores de aplicação, fornecendo-lhes os meios adequados para melhor execução das suas tarefas, sendo que alguns fabricantes conseguiram que seus pacotes tivessem grande penetração entre os usuários, tornando-se o que popularmente é chamado *de facto standards*, ou “padrões pelo uso.”

Assim foi com o HCBS (*Host Computer Basic Software*) da Calcomp para *plotters*, introduzido no começo da década de 60, e com o TCS (*Terminal Control System*) da Tektronix para terminais gráficos, introduzido no início da década de 70. Além desses fabricantes já tradicionais, surgiram outros no mercado de *hardware* para computação gráfica, oferecendo ampla variedade de equipamentos com diversos níveis de potencialidade para a escolha dos usuários, que passaram a sentir o problema de terem um conjunto grande de dispositivos e cada um com uma linguagem diferente.

Isso significava que, ao se introduzir nova opção de *hardware* em um

sistema, devia-se codificar uma interface para ele, assim como executar alterações no próprio código da aplicação.

3.1.3 - A busca da padronização

Segundo VOISINET (1988), na década de 70, a tecnologia de fabricação dos *displays* e o desenvolvimento significativo da microeletrônica e programas de processamento gráfico tornaram a Computação Gráfica um recurso viável economicamente para uma variedade muito grande de aplicações.

Também na década de 70 surgiram no mercado os sistemas integrados, chamados (pelos próprios fornecedores) *turn-key*, que, em geral, se destinavam a auxiliar projetos de engenharia e, como o próprio nome diz, deveriam funcionar tão logo fossem ligados (o que nem sempre ocorria),

A ACM (*Association for Computing Machinery*) criou em 1969 um SIG (*Special Interest Group*) para Computação Gráfica, o SIGGRAPH.

Em 1974, com a criação do GSPC (*Graphics Standards Planning Committee*) pelo SIGGRAPH e a realização em 1976 de um *workshop* sobre metodologia em Computação Gráfica em Seillac (França), o esforço de padronização passou a ter alcance maior internacionalmente. A especificação de um núcleo gráfico de base foi definida como o principal objetivo do *workshop* em Seillac, tendo recebido as atenções de vários grupos de pesquisadores de diversos países. Dos resultados alcançados por esses grupos, destacam-se os de dois deles:

- O GSPC, com o desenvolvimento de duas versões das especificações do sistema CORE, uma em 1977 e outra em 1979, formando a última delas um núcleo gráfico com funções tridimensionais.
- O grupo do Instituto Alemão de Padronização (DIN), com a

produção de várias versões do *GKS (Graphical Kernel System)*, sistema bidimensional com um conjunto de funções mais restrito do que o do CORE.

O GKS e o CORE foram as principais propostas de padronização analisadas pela ISO, como candidatas a padrão gráfico internacional, que, após várias reuniões, se decidiu, em 1979, a concentrar esforços no GKS.

No final de 1982, a versão 7.2 do GKS, depois de ter passado por todos os grupos técnicos da ISO, foi transformada em *Draft International Standard* (DIS 7942).

A partir daí, o CORE começa a apresentar declínio em seu país de origem, os EUA, com o crescente interesse pelo GKS, culminando em junho de 1985 com o reconhecimento pela ANSI do GKS como padrão norte-americano em Computação Gráfica.

Um mês depois, em julho, a ISO o reconhece como o primeiro Padrão internacional em Computação Gráfica.

Segundo VOISINET (1988) os marcos mais importantes na busca para a padronização estão descritos a seguir:

- 1974 - formado o ACM-SIGGRAPH/GSPC
- 1975 - fundado o DIN NI/UA 5.9
- 1976 – workshop SEILLAC I, na França
- 1977 - formado o ISO TC97/SC5/WG2
 - GSPC/CORE publicado
 - GKS 1.0 publicado
- 1979 - GSPC/CORE revisado
 - formado o comitê X3H3 da ANSI
 - governo canadense aprova o TELIDON
 - início de trabalhos sobre VDI e VDM
- 1980 – GKS 6.2 torna-se item de trabalho na ISO
- 1981 - NAPLPS anunciado pela AT&T
- 1981 – GKS 7.0 torna-se proposta de draft
- 1982 - NAPLPS recebe apoio industrial
- 1982 – GKS 7.0 torna-se draft de padrão internacional (ISO DIS 7942)
- 1982 – GKS O é revisado para versão 7.2
- 1985 – GKS é aprovado padrão americano pela ANSI
- 1985 – GKS é aprovado padrão internacional pela ISSO
- 1986 - CGM é aprovado como padrão americano pela ANSI e internacional pela ISO

Com a adoção do GKS e CGM como padrões internacionais foi vencida apenas uma etapa na árdua luta em busca da padronização. As entidades internacionais estão agora trabalhando na definição de procedimentos de certificação, para verificar se as implementações de GKS e CGM estão realmente seguindo as definições normalizadas; definição de interfaces com outras linguagens (C, Pascal, Prolog) e novos padrões.

3.1.4 - Estado atual e situação no Brasil

Segundo CUNHA (1987) em termos de mercado, nos EUA, a Computação Gráfica evoluiu de US\$ 250 milhões em 1977 para US\$ 1 bilhão no início da década de 80, prevendo-se que atinja os US\$ 7 bilhões antes do final da década de 80.

O SIGGRAPH realizou em 1974 o seu primeiro Congresso sobre o assunto e no qual compareceram 500 participantes para o evento. Esse número cresceu para 25.000 no Congresso realizado em 1986.

O que se pode observar no início da década de 80 é a proliferação cada vez maior de fornecedores e usuários de Computação Gráfica, não só no que se refere à sua aplicação em sistemas para apoio a projeto, mas também nas diversas áreas, como, por exemplo, medicina, administração, arte e também em *videogames*.

Existem diversas associações internacionais ligadas à computação que possuem grupos de interesse em Computação Gráfica. Além disso, diversas associações específicas sobre o assunto foram criadas, podendo-se citar, por exemplo, a EUROGRAPHICS, a NCGA e a WCGA (respectivamente National e World Computer Graphics Association, com origem nos EUA).

Segundo CUNHA (1987) no Brasil, os primeiros trabalhos de Computação Gráfica, ainda em caráter exploratório e acadêmico, foram desenvolvidos no final da década de 60, tendo as primeiras iniciativas em termos de empresa ocorrido na primeira metade da década de 70. Nestes casos, geralmente, o que se pretendia era a obtenção de representação gráfica de programas de cálculo em engenharia, nas suas diversas modalidades. Pode-se citar nesta categoria, por exemplo, o Metrô de São Paulo, a CESP, a PETROBRAS, a PROMON, a HIDROSERVICE, entre outras.

A partir de 1980 destaca-se também a Itautec através da formação de pessoal e desenvolvimento de *Software* gráfico básico (GKS) e aplicações de CAD/CAM (área de eletrônica e editor gráfico genérico).

Atualmente a grande maioria das empresas brasileiras utiliza Computação Gráfica nas mais variadas áreas de aplicação. Contudo, se no mercado dos EUA e Europa, os custos dos equipamentos tornaram viáveis aplicações nas situações mais inusitadas, o mesmo não ocorre no Brasil, que ainda depende de importações mas em alguns casos já consegue utilizar tecnologia brasileira no desenvolvimento de software aplicado a computação gráfica.

3.1.5 - Tendências

A tendência mais importante em relação à Computação Gráfica é o aumento vertiginoso das áreas de utilização, com consequente aumento do mercado, possibilitando dois fatos importantes: diminuição dos custos e melhoria do nível técnico dos recursos envolvidos.

Em termos de filosofia de utilização, a tendência mundial é conseguir sistemas que disponham de *software* de suporte cada vez mais poderoso e que permitam ao próprio usuário tornar-se o “programador da aplicação”.

Além disso, com a melhoria das comunicações e com o estabelecimento de padrões para o setor, existe a tendência de interligação dos recursos de Computação Gráfica (e de computação de modo geral) em estrutura de rede, permitindo que um usuário com equipamento relativamente modesto tenha acesso a arquivos e programas sofisticados, executando as tarefas mais complexas remotamente, deixando para o processamento local somente as tarefas mais simples.

No Brasil já se podem notar muitas iniciativas concretas de desenvolvimento de recursos básicos: mesas digitalizadoras, traçadores gráficos de grande porte, monitores e placas controladoras gráficas de altíssima

resolução, *software* avançados e aplicativos diversos. Mais importante do que isto é o fato de já se conseguir perceber a familiarização dos usuários com as possibilidades e restrições dos recursos, o que permite a criação de planos e expectativas realistas de saber que, com as iniciativas despendidas para o sistema CAD, hoje, este está embutido de forma sólida nos mais diversos setores de engenharia do Brasil, constituindo-se em ferramenta de apoio efetivamente valiosa e não totalmente dependente da tecnologia e de fornecedores do exterior.

Vale lembrar que em todas as instituições de ensino seja a nível fundamental, médio ou superior, já fazem parte do currículo escolar as disciplinas voltadas aos aprendizados de computação gráfica, visto que as empresas no mercado de trabalho tem preferência por técnicos que dominem os recursos de computação gráfica.

3.1.6 – O início do desenvolvimento do sistema

De um modo geral é possível dizer que o surgimento dos sistemas CAD ocorreu junto com os primeiros computadores, na década de 50, quando os primeiros vídeos gráficos foram desenvolvidos. Entretanto, foi na década de 60 que efetivamente a tecnologia se firmou, e surgiram as primeiras empresas especializadas em sistema CAD. Na década de 70 ocorreu a consolidação do setor, com um considerável aumento do número de usuários, sendo que atualmente pode-se presenciar uma utilização generalizada destes recursos, em decorrência em primeiro lugar da disponibilidade de equipamentos de baixo custo, com performance respeitável, e em segundo lugar da própria evolução dos sistemas, com softwares cada vez mais confortáveis de uso, mais confiáveis e mais poderosos, isto sem contar com aspectos da concorrência tecnológica entre as empresas usuárias. Um sistema CAD está apoiado em aspectos fundamentais que são o processamento integrado à computação gráfica e a estação de trabalho. O conceito de processamento interativo é a facilidade com que usuário se comunica com o sistema computacional, e o tempo que o sistema demora em responder a cada instrução do mesmo.

Os sistemas modernos apresentam tempo de resposta quase instantâneo, de modo que usuário toma uma decisão e imediatamente visualiza o resultado de sua ação. A computação gráfica fornece muitas facilidades para visualização que são intensamente utilizadas pelos sistemas computacionais. Desse modo, um grande volume de informações pode ser visualizado e rapidamente absorvido pelo usuário, otimizando o trabalho.

Os sistemas CAD hoje disponíveis no mercado são basicamente interativos e projetados para serem operados pelos usuários em modo conversacional. A troca de informações entre usuários e o sistema segue um ritmo natural, em que o usuário informa suas intenções e o computador devolve com rapidez informações que mostram o resultado de suas ações. A base da comunicação nos sistemas CAD está tornando-se cada vez mais o diálogo gráfico, através de estações de trabalho, adaptadas, em certos casos, para aplicações específicas, especialmente através de *menus* comandos, que são suportados por extensos programas de aplicação, acionados através dos mesmos.

De forma geral, os sistemas CAD contêm os mesmos elementos que um sistema gráfico: estações de trabalho, estações de produção e processador. As estações de trabalho possibilitam ações interativas do usuário com o modelo do artefato, o qual em determinado instante está representado por informações devidamente estruturadas no processador do sistema. A ergonomia das estações de trabalho recebe atenção especial por parte dos fornecedores, visando dar ao projetista o conforto adequado ao desempenho de suas funções. A estação de trabalho é um posto de trabalho dotado de capacidade de processamento que trata as informações introduzidas pelo usuário e fornece a visualização dos resultados obtidos, usualmente em uma tela gráfica de vídeo com grande capacidade de resolução.

A estação de produção tem por finalidade produzir as saídas úteis do sistema, que se constituem nos resultados finais do projeto. São compostas

de periféricos como *plotters* de alto desempenho, mesas digitalizadoras e outros.

Os processadores representam a capacidade central de computação, incluindo o computador central, as unidades de memória e os periféricos padrões, necessário ao seu funcionamento.

Os fornecedores fazem esforços no sentido de integrar esta parte da maneira mais harmoniosa e proveitosa possível, de forma a produzir um conjunto final que tenha valor funcional sensivelmente maior do que a soma de cada uma das partes que o compõem. Existem fornecedores que fabricam seus sistemas completamente dedicados e específicos para determinada área de aplicação.

Resumidamente, pode-se então dizer que um sistema CAD é um conjunto de equipamentos, seja de processamento de dados, seja de entrada e saída de informações gráfica, convenientemente controlados por software e aplicativos, necessários ao tipo de atividade que o usuário utiliza na estação de trabalho.

3.2 – Design e Designer

O **design** é um meio de comunicação visual de investigação de novas técnicas que surgiu da união com artistas continuadores de antigas técnicas. É a mídia que estimula o trabalho projetista em grupo em contato com os materiais e as técnicas do mundo industrial. O design almeja a criação de objetos com uma função estética produzidos em série, a baixo preço, para uma maior difusão do conhecimento estético.

Por vezes ainda confunde-se o design com o stiling, isto é, o planejamento lógico com o estético e as formas inspiradas liricamente. O design como mídia de massa deve ser imediatamente compreendido pelo público. A sua mensagem visual deve ser recebida e entendida inteiramente e sem possibilidade de falsas interpretações. A ciência das comunicações visuais ajuda na escolha das formas, das cores e dos movimentos que, objetivamente, transmitem certas mensagens e não outras.

O **designer** é um projetista que possui sensibilidade estética apurada visando a funcionalidade e comunicação visual. Este profissional trabalha de forma mais eficiente em grupos nos quais podem observar as interferências estéticas e conceituais pessoais em prol da resolução de um problema que atinge uma comunidade com determinadas características (Grande público consumidor). Devido a isto, o designer se priva de um estilo pessoal visando um resultado lógico para melhorar a estética, a funcionalidade, a utilização de materiais mais convenientes, a facilidade de produção, o custo final e a comunicabilidade de determinado objeto. Deste modo, este profissional afasta-se do profissional artista que realiza suas obras em seu estilo e despreocupado com sua clara comunicação com a sociedade.

O designer deve ter a preocupação de que o objeto seja compreendido para poder ser usado. Quando um dos artistas comerciais de hoje, preocupado em não se deixar ultrapassar por outros, pretende atualizar-se e quer também fazer design (palavra mágica e preocupante,

mas na moda), o fará sempre no seu estilo pessoal, o que significa que seu trabalho é de estilista e não de designer. Mais preocupante ainda são os chamados “micreiros” que antes de trazer prejuízos para os verdadeiros designers o fazem com os seus desinformados clientes. Com a disseminação de programas e computadores cada vez mais rápidos, eficientes e baratos grande parte da população pode ter acesso a ferramentas antes só acessíveis a grandes empresas. Estes usuários, porém, não tem e nunca terão a ferramenta principal para um bom designer, isto é, a criatividade e a experiência. Essa verdade é claramente visível, pois, abrindo qualquer revista ou página na Internet, pode-se encontrar um amontoado de texturas, imagens e efeitos especiais comuns que logo são identificadas as suas origens. Pode-se verificar que as imagens são efeitos do Photoshop, ou é um clipart do CorelDraw... Os efeitos podem ser usados, entretanto, devem ser usados com sabedoria. A produção de um verdadeiro design deslumbra os olhos de todos, e mesmo tendo uma leve noção de como o trabalho foi feito, o que saltará aos olhos não será o efeito pré-fabricado e sim a criatividade com que este foi usado.

Fora isto apenas a experiência de um verdadeiro designer poderá encontrar as soluções mais econômicas e corretamente adaptadas às necessidades do cliente.

“Certas informações com uma grande quantidade de dados numéricos podem ficar embaraçado para a compreensão humana, tornando-se compreensível de forma gráfica, dessa forma o CAD ganha eficácia na sua utilização” (VOISINET, 1986. p15).

Anexos são apresentados figuras para demonstração de um sistema desenvolvido para aplicação em projeto de engenharia rodoviária, e também exemplos de desenhos e recursos da computação gráfica (figuras 1 a 9).

3.3 – Custo para implantação

No início da evolução do sistema CAD, o custo para utilização era muito elevado restringindo sobremaneira a sua utilização comercial. Atualmente, com o avanço na produção comercial de equipamento para computação, liberou o caminho para da implantação do sistema CAD nas empresas com custos relativamente bem reduzidos.

Outra inovação levou à grande disseminação no uso de CAD - o desenvolvimento de estação gráfica de vídeo usando um tubo de raios catódicos (CRT- catode-ray tube). O CRT permite ao usuário projetar uma imagem numa tela. A tela de CRT assemelha-se a uma tela de televisão. Comumente ele é referido como monitor, tubo ou vídeo. É a interface entre o computador e seu usuário. Essa interface estabelece uma comunicação de duas vias (interativa). Os usuários têm controle da unidade pelo uso de um dispositivo de entrada. O resultado da entrada é uma imediata demonstração gráfica dos cálculos feitos pelo computador. Pode-se então analisar o esboço ou projeto e tomar uma decisão sobre o próximo passo no processo. O procedimento pode ser repetido quantas vezes forem necessárias. A comunicação com o computador não é quebrada. Desde que se requer um ser humano para operar o sistema, freqüentemente CAD é referido como gráficos computadorizados interativos.

Contudo, o custo acabou ficando bem mais reduzido e ao alcance de todos os interessados.

3.3.1 - Benefícios reais de adoção do sistema CAD

Conforme entrevistas e observações efetuadas em empresas de engenharia, pode-se dizer que o sistema CAD implantado alivia os profissionais das tarefas tediosas e repetitivas dos desenhistas, uma vez que não requer mais desenhos manuais. Contudo é importante ressaltar que o CAD não substitui o profissional, apenas o auxilia na execução de desenhos.

Desenhos e projetos podem ser executados e alterados rapidamente, sendo assim, a utilização do CAD é muito mais econômica. Além disso, contribui na velocidade de operação e substitui algumas das técnicas básicas que os desenhistas desenvolveram ao longo do tempo executando desenhos em pranchetas. Nas observações efetuadas nas empresas, o CAD provou oferecer uma economia de tempo de pelos menos 30% em produção de projetos e desenhos

A qualidade oferecida aos desenhos finais, quer seja de apresentação de dados quer seja de ilustrações de objetos, tem favorecidos os clientes que contratam os serviços, auxiliando na compreensão e na análise das mensagens que se deseja fornecer.

Conclui-se, que de forma geral, o sistema CAD utiliza-se suas técnicas que vão gerar diminuição de custos em todos os processos de produção, seja de um simples gráfico até na produção de complicados projetos de engenharia.

3.4 – Aplicação do sistema CAD

Esta ferramenta pode ser aplicada a todos os setores da engenharia que necessitam de uma forma ou outra de representação gráfica, valendo ressaltar a sua importância em algumas áreas de atuação:

- Agrimensura, agronomia, transporte e cartografia.

Produção de mapas e cartas de diversas naturezas (topografia, cartografia, aerofotogrametria, foto-interpretção, imagens de satélites, entre outras), planejamento territorial urbano, mapeamento de rotas, fiscais, uso de solos, e outros. Além disso, demonstram a representação do relevo do terreno para projetos viários, barragens, irrigações, canalizações, drenagens, e outros.

- Engenharia civil e arquitetura:

Criação das formas e análise de esforços referentes às estruturas a serem construídas; preparação de plantas e desenhos a níveis de projeto básico e executivo.

Execução de gráficos administrativos e gerenciais de diversos tipos (linhas, pontos, curvas, barras, histograma, organogramas e outros); gráficos científicos, como representação de funções matemáticas e de dados de resultado de ensaios de materiais realizados em laboratório.

- Engenharia elétrica, eletrônica e telecomunicações

Representação gráfica de projetos de circuitos elétricos, desenhos de projetos executivos de linhas de transmissões, desenhos de mapeamentos de postes, ou redes de concessionárias e outros.

4 – CONCLUSÃO

Aspectos sociais do CAD podem ser desagradáveis para um indivíduo não familiarizado com o sistema. Fazer a mudança da tradicional prancheta para o monitor pode gerar frustração aos indivíduos por diversos motivos. Uma razão primária é o medo do desconhecido. Como essa tecnologia afetará o indivíduo? Os efeitos em seu trabalho e na sua vida, podem gerar profunda inquietação. Além disto, a natureza humana geralmente resiste às ameaças de mudança.

Para ajudar a superar essa resistência, as empresas começaram a introduzir o CAD como um sistema novo em paralelo. Métodos tradicionais permaneceram inalterados ainda por algum tempo. Alguns funcionários com características favoráveis foram selecionados para trabalhar com CAD, outros, tanto voluntária por não ter interesse de mudança, como involuntariamente por não terem condições técnicas, permaneceram na prancheta. Os administradores preferiam selecionar os funcionários mais novos e jovens para o CAD. Havia várias razões para isso. A mais óbvia é que os profissionais mais jovens são mais facilmente moldados para mudanças na execução de tarefas do que os funcionários mais antigos, que estão com suas práticas de trabalho cristalizadas. Esses jovens que ainda não conseguiram experiência profissional suficiente, são mais abertos a novas aprendizagens e novas práticas profissionais. Alguns administradores também acham, correta ou incorretamente, que o funcionário mais jovem é mais inovador e se familiariza com equipamento de computação e, então, mais rapidamente assimila o conceito de CAD. Esse tipo de pensamento pode gerar uma separação de grupos entre funcionários e aparecer como uma ameaça particularmente a funcionários mais velhos, com relação à segurança de trabalho.

Todas essas inquietações sem dúvida poderão causar problemas diversos iniciais, que, com o tempo, serão resolvidos. Funcionários mais jovens, por exemplo, serão reconhecidos como de valor para a companhia e somente depositando confiança neles que a companhia sobreviverá no

futuro. Pela mesma lógica, a companhia imagina que são os antigos funcionários que possuem a experiência e eles são a parte mais importante da empresa. Todos os funcionários tanto os mais jovens como os mais antigos também possuem a capacidade para aprender. Todos eles continuarão a aprender novas tecnologias quando estas surgirem. Manter uma atitude positiva é o fator decisivo. Mesmo aqueles profissionais que ficam relutantes no início perdem suas inibições rapidamente percebendo que as novas tecnologias tornam a execução do trabalho mais rápido e de ótima qualidade. No futuro, a ansiedade humana será aliviada assim que a filosofia separatista entre os funcionários antigos e novos de uma empresa desaparecer, isto é, quando a sala de CAD e a de TRAD (Projeto e Desenho Tradicionais) tornarem-se um único local de trabalho para todos os profissionais da área. Isto ocorrerá assim que cada desenhista e cada projetista adquirir um sistema CAD para usar em conjunto com a prancheta tradicional.

Apesar das implicações surgidas envolvendo o Uso do CAD devido ao equipamento ser um *estado-da-arte*, seu uso tem melhorado a imagem das empresas. Para a implantação de um trabalho com esta tecnologia é necessário um gasto financeiro inicial para software, hardware, e/ou para equipamentos. Para que o conjunto software, hardware e/ou equipamentos sejam econômicos e viáveis, é obrigatória uma grande eficiência, contudo o sistema CAD oferece um grande desempenho e aumento de produtividade viabilizando assim, o custo inicial empregado nas empresas. Isto pode resultar numa pressão da empresa sobre os funcionários que se utilizam CAD para produzir maior número de desenhos e deste modo, uma situação de stress está sendo novamente criada. Os administradores devem esforçar-se para aliviar essas condições potenciais criando e mantendo um ambiente de trabalho motivador e estimulante. Assim os funcionários devem entender que lhes está sendo oferecido um maior nível de desafio e de oportunidade para o crescimento profissional. Aqueles que compreenderem e aceitarem esses desafios, naturalmente terão êxito como profissionais de CAD.

Diante do exposto, observa-se que a aplicação no uso do computador é absoluto e as suas aplicações em computação gráfica e em projeto auxiliado por computador, estão cada vez mais crescentes e sofisticadas.

Fazendo uma analogia entre como eram executados os trabalhos de projetos de engenharia no passado e como os são hoje, nota-se que, como demonstrado neste estudo, o trabalho desenvolvido sofreu notória evolução na qualidade, na rapidez e agilidade, na precisão, na economia, nos prazos de elaboração e entre outras.

Contudo, essas evoluções segundo entrevistas realizadas com profissionais que atuam na área, as evoluções na tecnologia, apesar de importantes, não estão melhorando nas mesmas proporções a qualidade de vida nos ambientes de trabalho. Muitas vezes os problemas apresentados são decorrentes das desinformações dos adquirentes de um sistema CAD, ou pelas limitações do próprio sistema e/ou pela idéia fantasiosa sobre a capacidade real de realizar tarefas.

Se por um lado, os trabalhos ficaram mais fáceis e rápidos para serem realizados, por outro lado, os profissionais da área voltam a sofrer as mesmas pressões e cobranças de produção e qualidade pelos seus administradores, voltando assim a mesma condição anterior, de tédio, repetitividade e sobrecargas de trabalhos. É muito comum observar nas empresas pessoas utilizando vários computadores e/ou vídeo de computadores ao mesmo tempo pela necessidade de se obter a realização de tarefas mais rapidamente. Neste sentido, mostra-se a necessidade de reavaliar de forma realista e criteriosa a questão do elo entre o homem e a máquina.

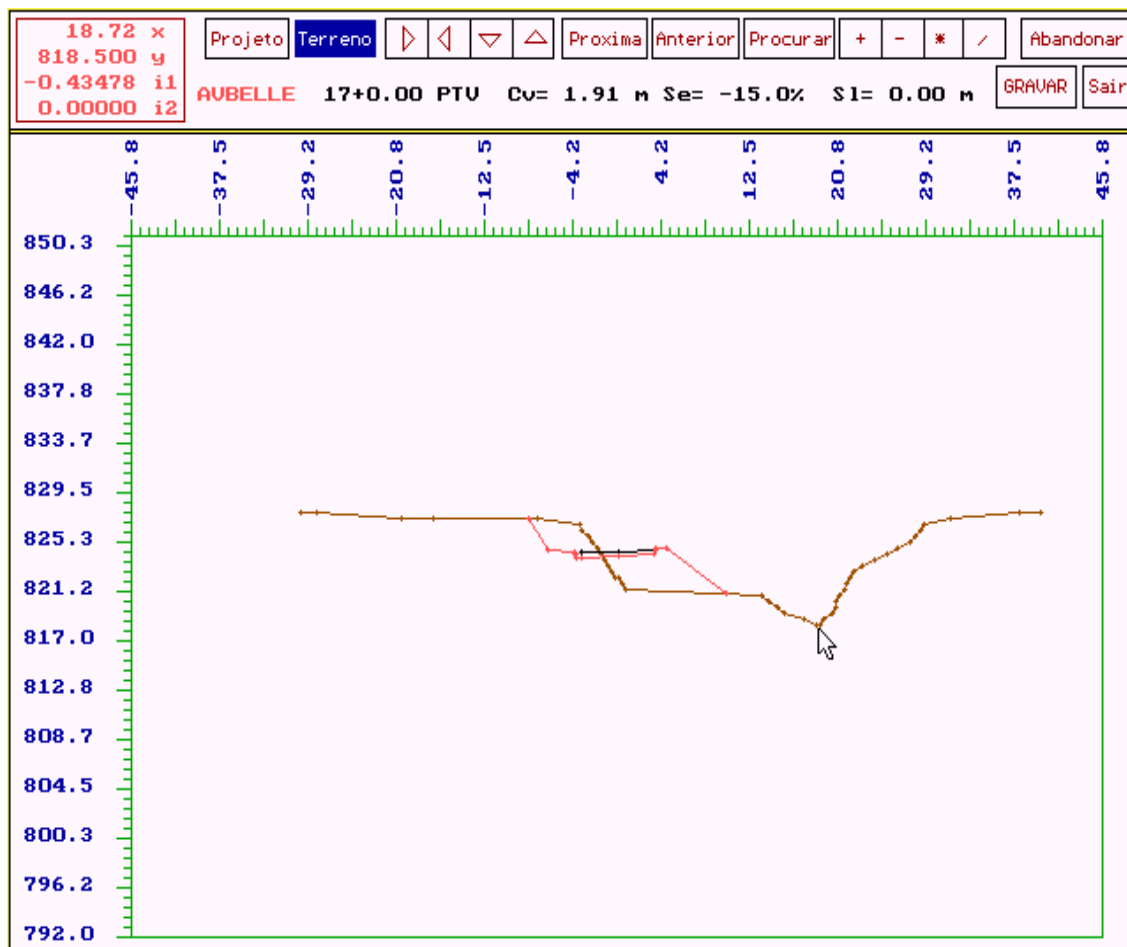
Não restam dúvidas que o sistema CAD apareceu para ficar e, cada vez mais, a sua utilização é de vital importância para a sobrevivência das empresas, sendo um processo irreversível. Não existem condições para a volta do desenvolvimento de projeto de engenharia nos padrões convencionais. O que pode e deve ser feito pelos administradores é buscar

formas de melhorar ainda mais a performance dos sistemas existentes no mercado, tornando sua utilização menos desgastante para os profissionais envolvidos diretamente nas realizações de tarefas que envolvem este sistema .

7 – ANEXOS

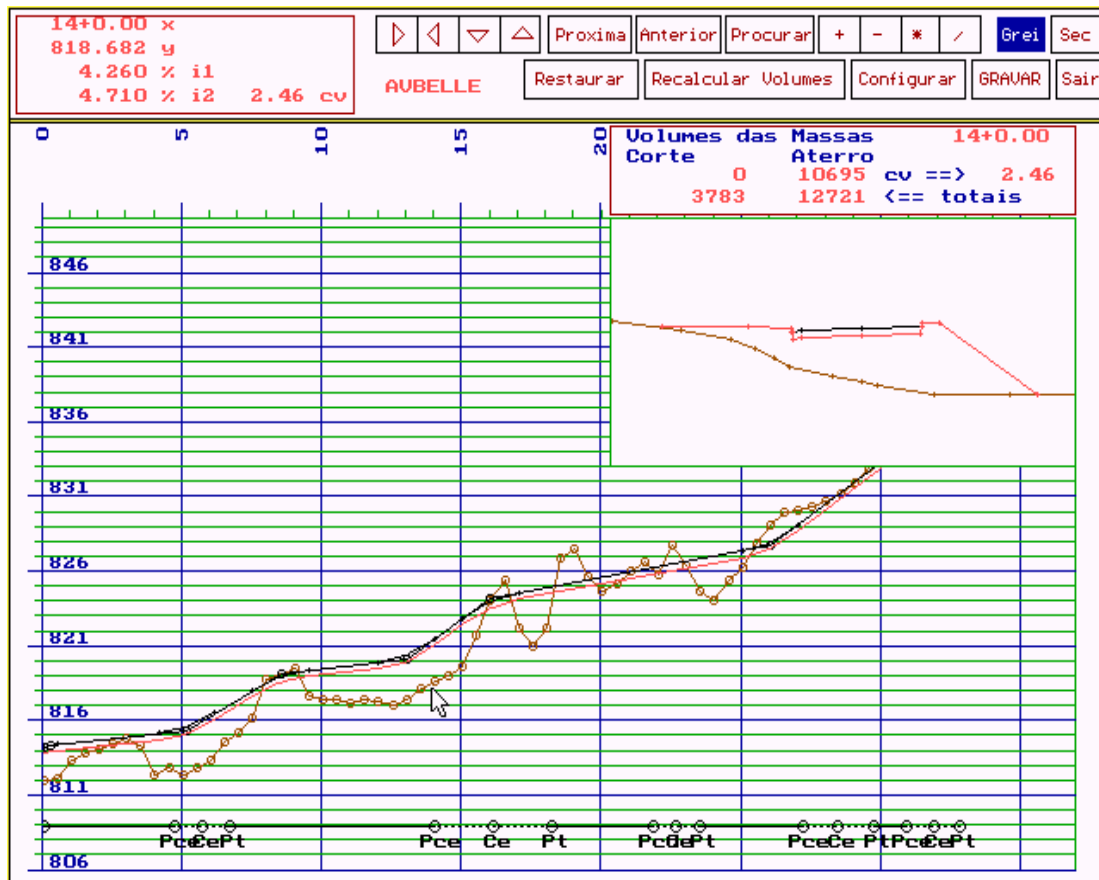
Em anexo apresenta-se para ilustração do presente trabalho desenhos e projetos desenvolvidos em ambientes sistemas gráficos.

Figura 1 - Sistema - Vias urbanas & Estradas : tela de trabalho do sistema desenvolvido para aplicação em projeto de engenharia rodoviária.
Seções transversais e gabarito do projeto de terraplenagem



Fonte – boole – software ltda – vias urbana & estradas - versão 3.00 – junho/95

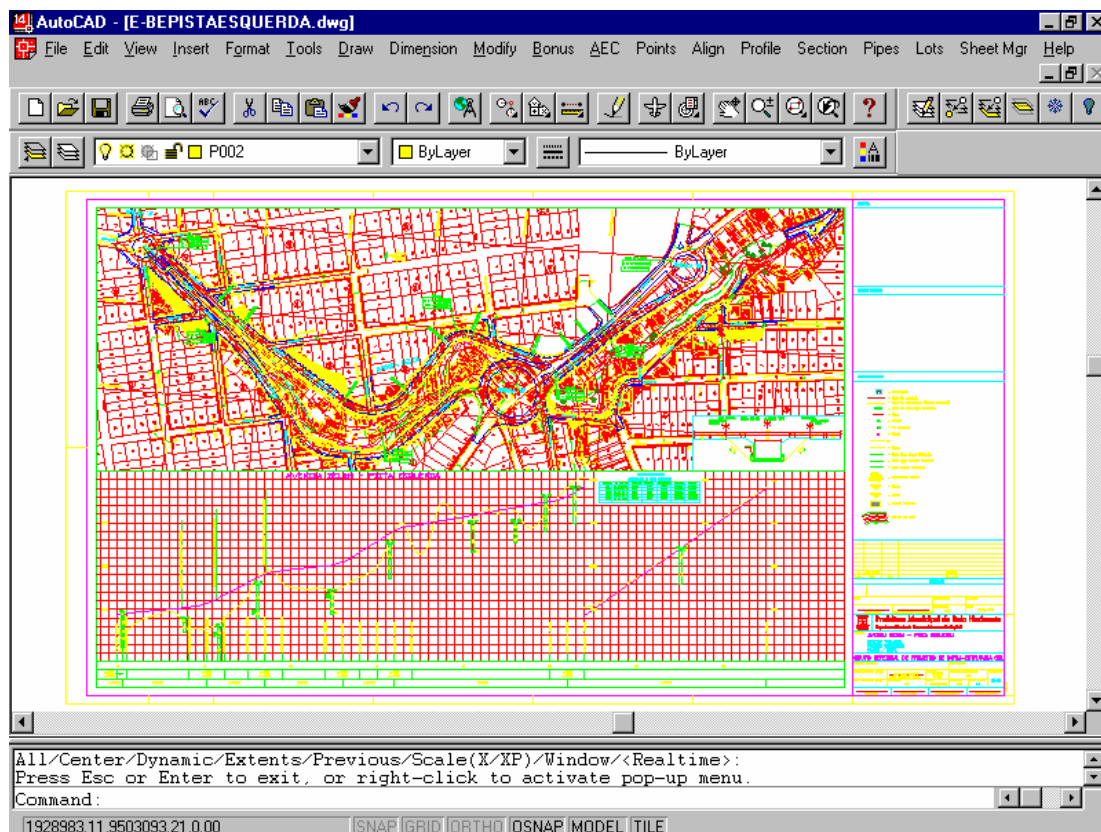
Figura 2 - Sistema - Vias urbanas & Estradas : tela de trabalho do sistema desenvolvido para aplicação em projeto de engenharia rodoviária.
 Perfil longitudinal e gabarito do projeto de terraplenagem



Fonte - boole - software ltda - vias urbana & estradas - versão 3.00 - junho/95

Figura 3 - Projeto gerado em ambiente gráfico computacional

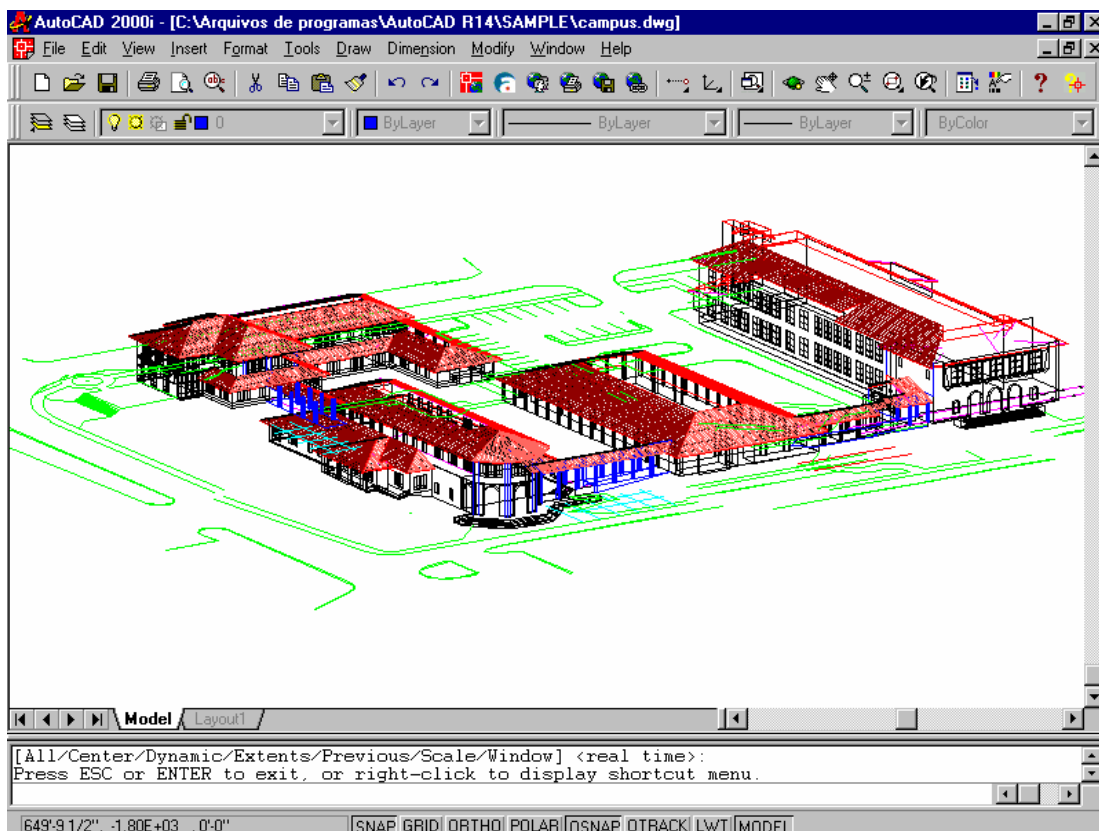
Projeto de canalização avenida Belém em Belo Horizonte outubro 2001 desenvolvido em Autocad “*software gráfico mais utilizado no mundo*” (CENSI, 1989).



Fonte – Tecisan – Técnica de engenharia Civil e Sanitária – Belo Horizonte \ MG - outubro\2001

Figura 4 - Projeto gerado em ambiente gráfico computacional
Desenho executado em AutoCad em 3 dimensões

Isométrico

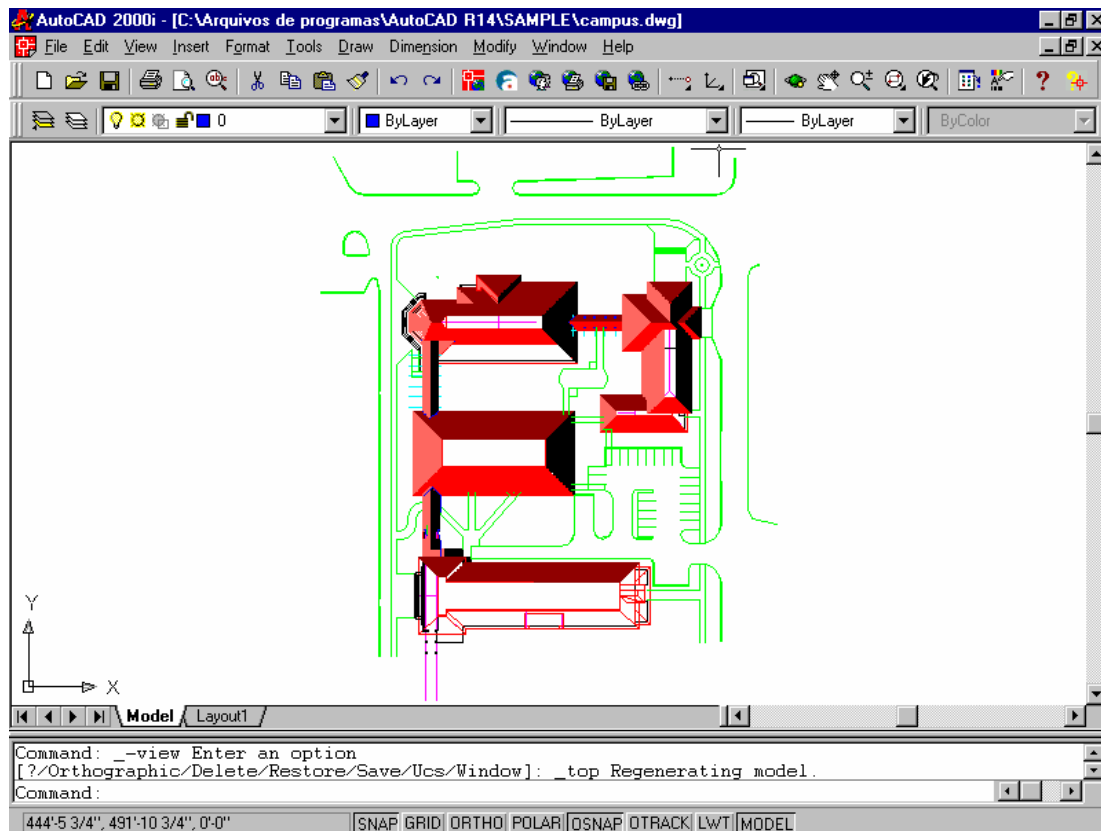


Fonte – Autodesk – AutoCAD - Release 14.0 – exemplo de desenhos e 3 dimensões contido no sistema para demonstração

Figura 5 - Projeto gerado em ambiente gráfico computacional

Desenho executado em AutoCad em 3 dimensões

Figura 4 (isométrico) vista em outra referência – vista de cima

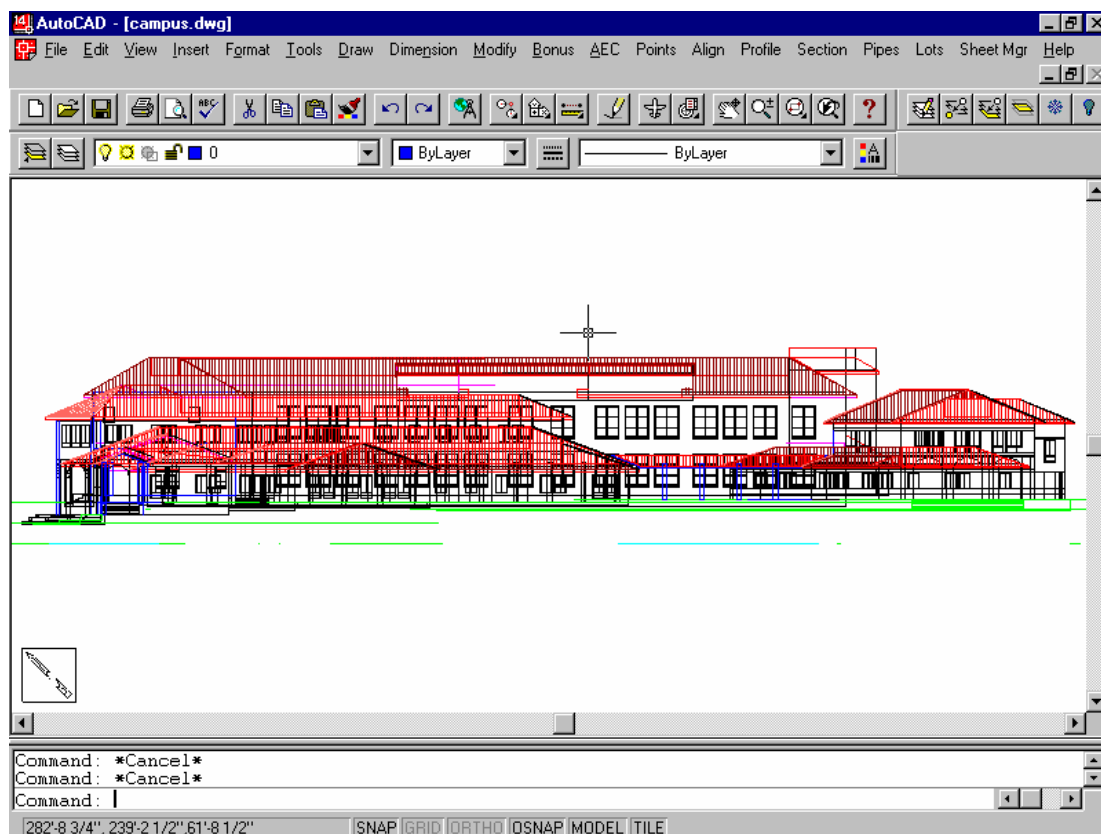


Fonte – Autodesk – AutoCad - Release 14.0 – exemplo de desenhos e 3 dimensões contido no sistema para demonstração

Figura 6 - Projeto gerado em ambiente gráfico computacional

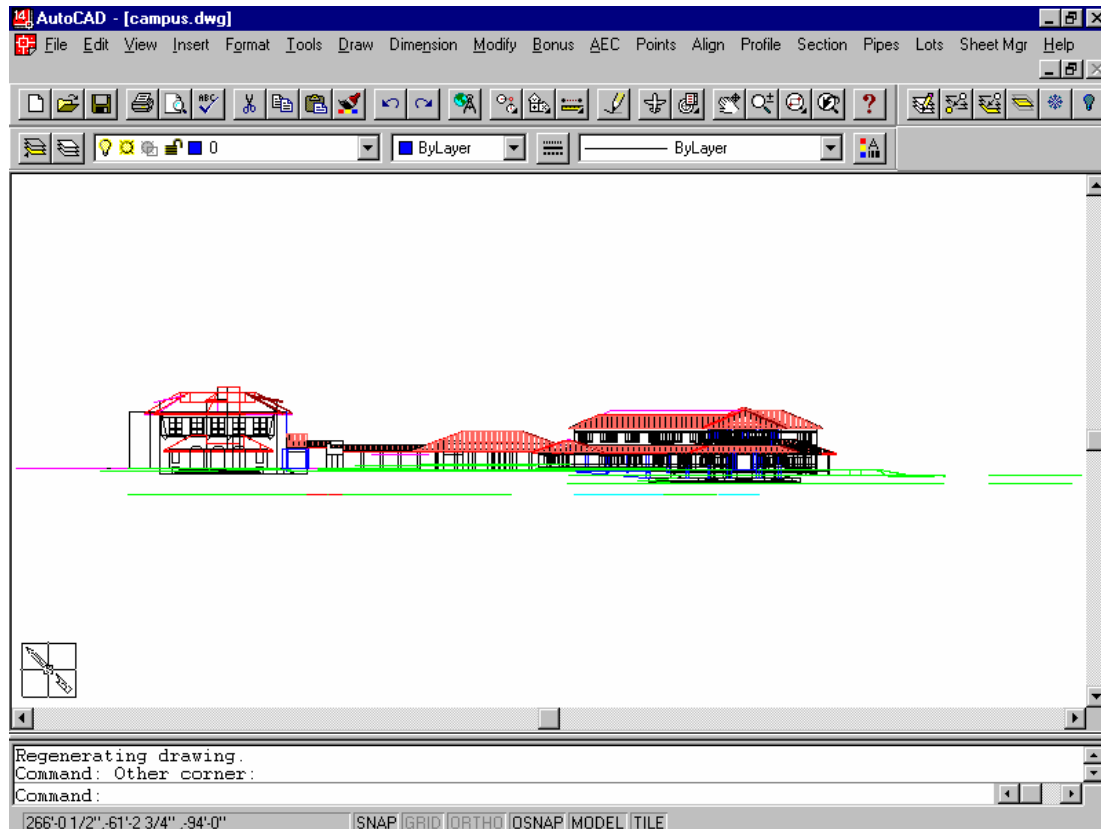
Desenho executado em AutoCad em 3 dimensões

Figura 4 (isométrico) vista em outra referência – vista frontal



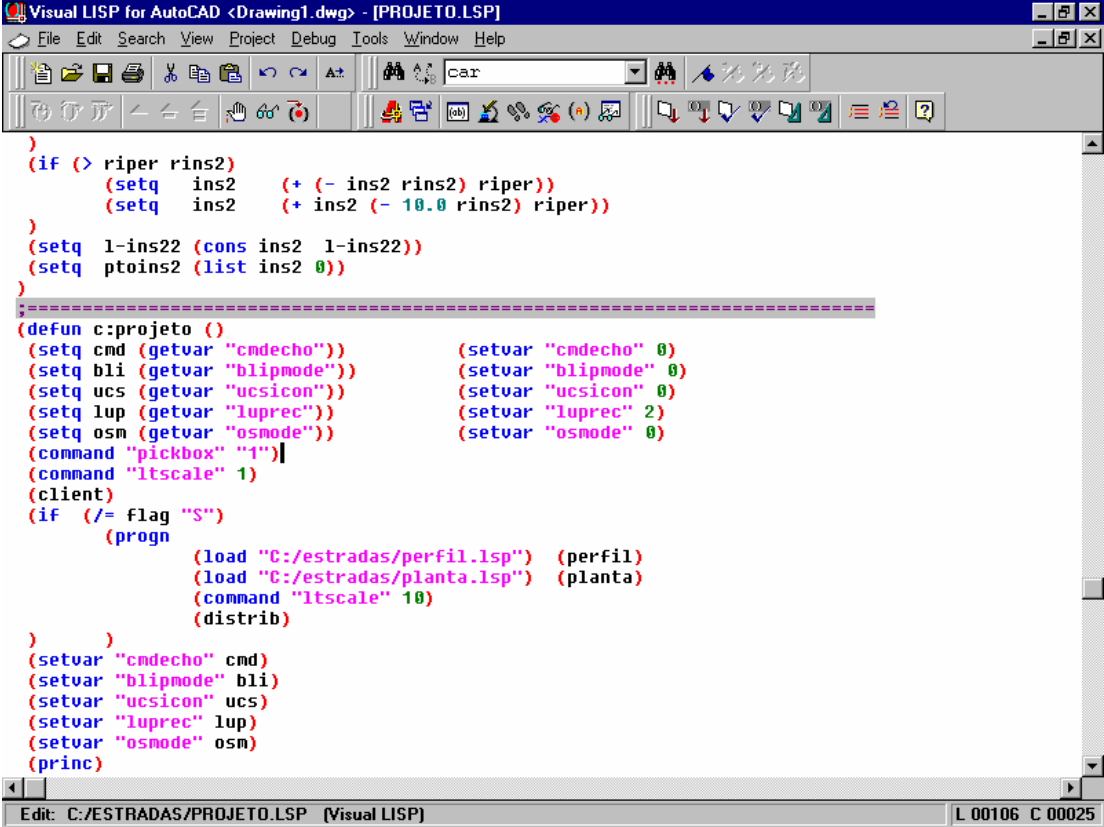
Fonte – Autodesk – AutoCad - Release 14.0 – exemplo de desenhos e 3 dimensões contido no sistema para demonstração

Figura 7 - Projeto gerado em ambiente gráfico computacional
Desenho executado em AutoCad em 3 dimensões
Figura 4 (isométrico) vista em outra referência – vista lado direito



Fonte – Autodesk – AutoCAD - Release 14.0 – exemplo de desenhos e 3 dimensões contido no sistema para demonstração

Figura 8 - Programa desenvolvido em AutoLisp.



```

)
(if (> riper rins2)
  (setq ins2 (+ (- ins2 rins2) riper))
  (setq ins2 (+ ins2 (- 10.0 rins2) riper))
)
(setq l-ins22 (cons ins2 l-ins22))
(setq ptoins2 (list ins2 0))
)
=====
(defun c:projeto ()
  (setq cmd (getvar "cmdecho"))          (setvar "cmdecho" 0)
  (setq bli (getvar "blipmode"))          (setvar "blipmode" 0)
  (setq ucs (getvar "ucsicon"))            (setvar "ucsicon" 0)
  (setq lup (getvar "luprec"))             (setvar "luprec" 2)
  (setq osm (getvar "osmode"))            (setvar "osmode" 0)
  (command "pickbox" "1")
  (command "ltscale" 1)
  (client)
  (if (/= flag "S")
    (progn
      (load "C:/estradas/perfil.lsp") (perfil)
      (load "C:/estradas/planta.lsp") (planta)
      (command "ltscale" 10)
      (distrib)
    )
  )
  (setvar "cmdecho" cmd)
  (setvar "blipmode" bli)
  (setvar "ucsicon" ucs)
  (setvar "luprec" lup)
  (setvar "osmode" osm)
  (princ)
)

```

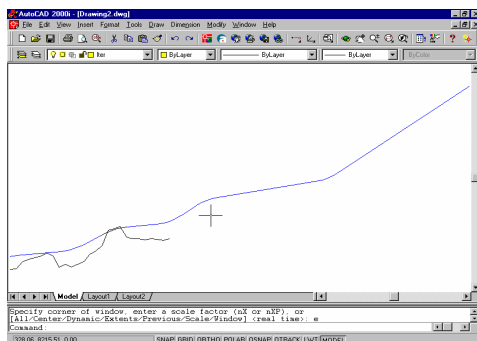
Edit: C:/ESTRADAS/PROJETO.LSP [Visual LISP] L 00106 C 00025

Fonte – boole – software ltda – vias urbana & estradas - versão 3.00 – junho/95

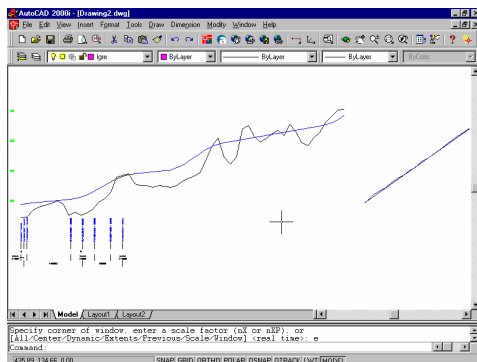
Figura 9 – Seqüência do resultado do programa desenvolvido em AutoLisp da figura 8 para a geração de desenhos de projeto rodoviário.

Seqüência 1

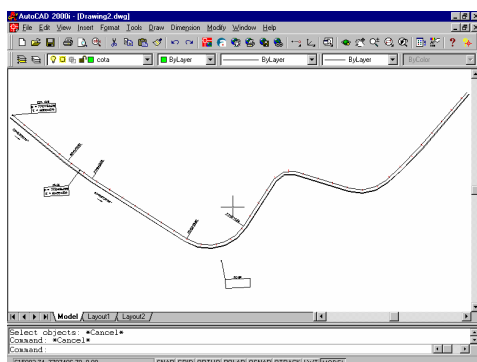
Seqüência 2



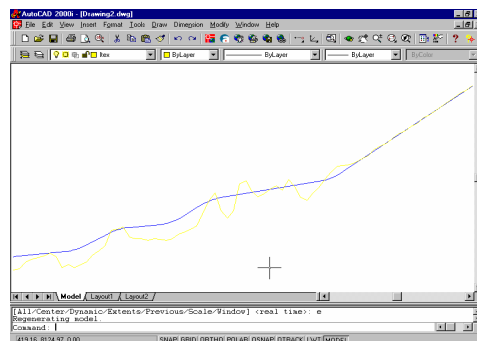
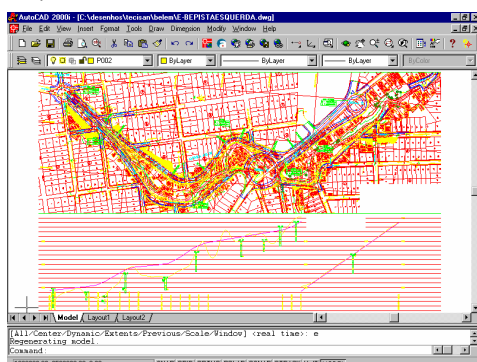
Sequência 3



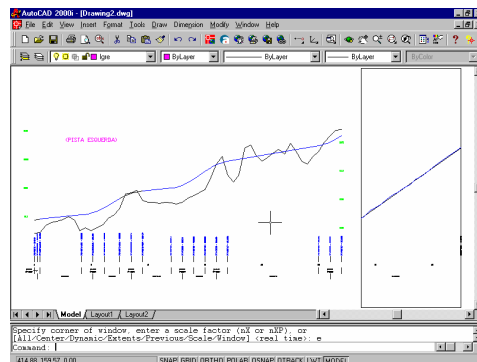
Sequência 5



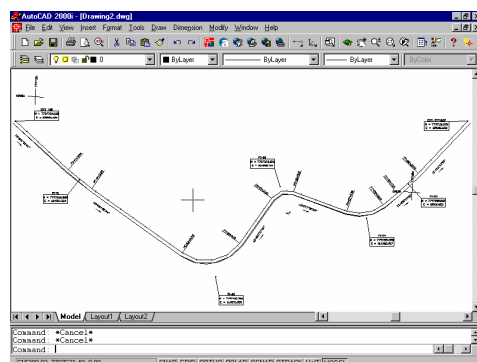
Sequência 7



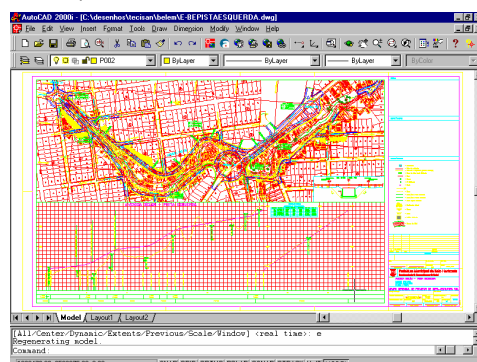
Sequência 4



sequência 6



sequência 8



Fonte – Tecisan – Técnica de engenharia Civil e Sanitária – Belo Horizonte \ MG - outubro/2001

6 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOOLE SOFTWARE LTDA . Sistema Vias Urbanas & Estradas: Belo Horizonte, MG. versão 3.00: junho/95.

CUNHA, José da et al. Computação gráfica e suas aplicações em CAD: São Paulo : Atlas, 1987. 199 p.

LADEIRA, Marcelo C ; CENSI, Alexandre L.C. Autocad 11. 3. ed. São Paulo: Érica , 1989. 409 p.

TECISAN- TÉCNICA DE ENGENHARIA CIVIL E SANITÁRIA. Belo Horizonte, MG . Projeto geométrico av. Belém: outubro, 2001

VOISINET, Donald D. CADD – projeto e desenho auxiliados por computador: introdução, conceitos e aplicações. Tradução de Ricardo Bertini Renzetti e Roberto Bertini Renzetti. São Paulo: Mcgraw-hil, 1988. 449 p. Título original: Computer-Aided drafting and design concepts and applications.