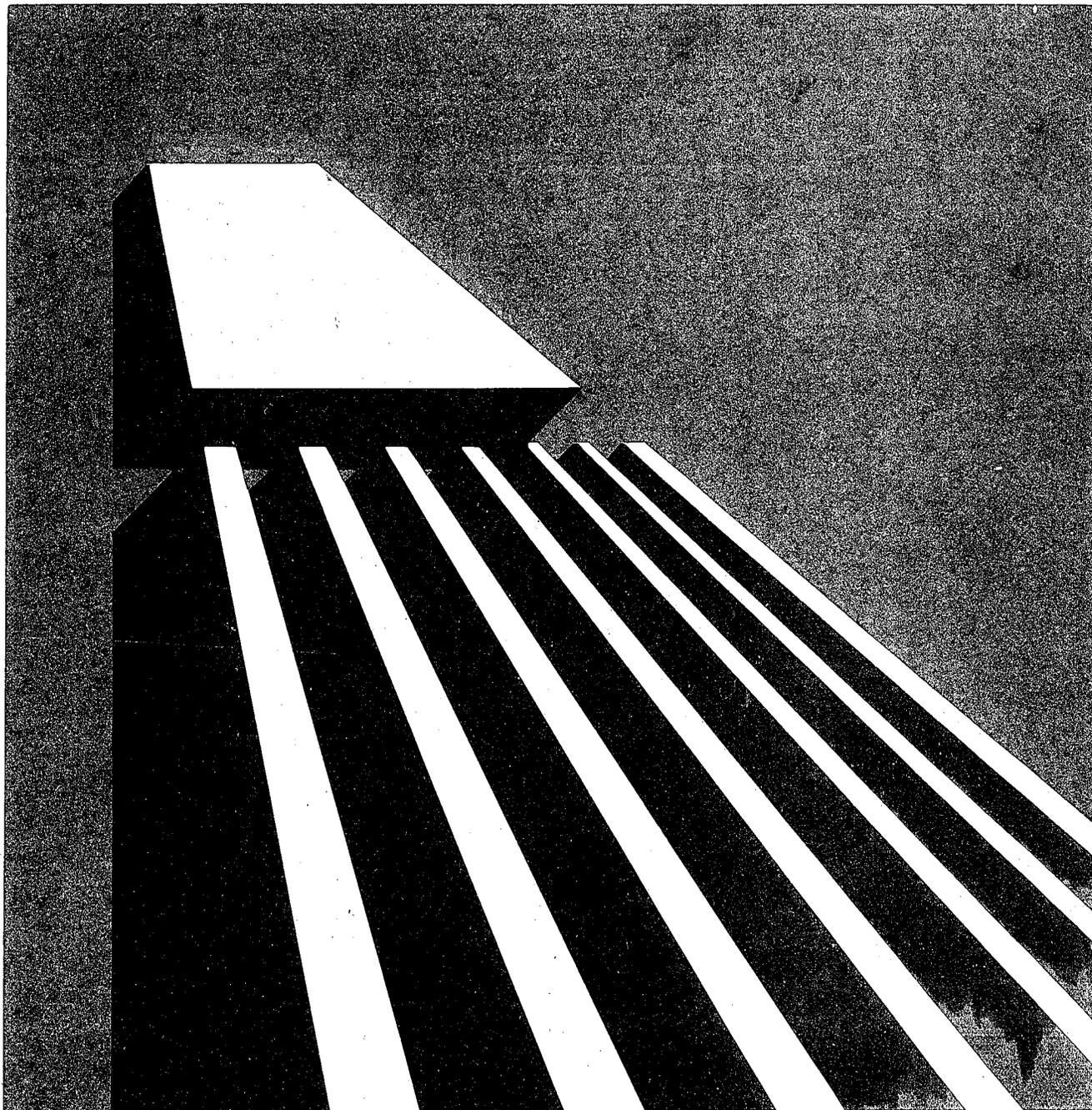


VII Congresso Regional e IV Feira Nacional.

BRASÍLIA, 21 a 28 de Abril de 1985



informática

004.06
C749an
v.2

ANAIS

SGBD's ORIENTADOS A APLICAÇÕES CAD

RUBENS NASCIMENTO MELO
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
RUA MARQUÊS DE SÃO VICENTE, 225
FONE: 274-9922 – RAMAL 385/386
CEP: 22.453
RIO DE JANEIRO – RJ

BEATRIZ ZAKIMI
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
COPPE SISTEMAS
CAIXA POSTAL 68511 – CEP: 21.944
RIO DE JANEIRO – RJ

MARINA TERESA PIRES VIEIRA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO E ESTATÍSTICA
CAIXA POSTAL, 384
CEP: 13.560 – SÃO CARLOS-SP

Palavras-chave: Computer aided design, Sistema de Gerência de Banco de Dados.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar os requisitos essenciais de aplicações CAD, apresentar os principais problemas que deverão ser resolvidos para se ter um SGBD adequado para CAD e propor as características essenciais a um SGBD para que possa ser eficientemente utilizado em aplicações CAD.

1. INTRODUÇÃO

CAD (Computer Aided Design) é uma disciplina que reúne os conhecimentos necessários em ciência da computação, análise de sistemas e métodos da engenharia para especificar, projetar, implementar, introduzir e usar sistemas baseados em computador para propósitos de projetos. Portanto CAD representa a integração de métodos da ciência de computação com a engenharia em um sistema baseado em computador, cujos componentes básicos são:

- Banco de Dados
- Banco de Métodos
- Subsistema de comunicação.

1.1. Banco de Métodos

O Banco de Métodos (conhecido também como Biblioteca de Programas ou Cadeia de Programas) contém os módulos usados para as funções elementares do sistema (diálogo, entrada/saída de dados, banco de dados, gráficos) e os módulos que representam os algoritmos da área de aplicação.

As funções de entrada/saída de dados são aquelas que realizam a entrada de dados, executam os testes para garantir a integridade e consistência dos dados no banco de dados e resolve as consultas feitas sobre os dados.

Os módulos de algoritmos da área de aplicação são aqueles que resolvem os problemas específicos referentes ao projeto, como por exemplo cálculo de estruturas na área de engenharia civil.

1.2. Subsistema de Comunicação

Inclui os módulos para diálogo (comandos enviados ao Sistema CAD e mensagens retornadas ao projetista), para entrada/saída de dados e para processamento de informações gráficas.

O Sistema CAD suporta uma linguagem especial para diálogo com o usuário. A entrada/saída de informações gráficas e o diálogo interativo gráfico são processados pelos módulos de processamento de informações gráficas.

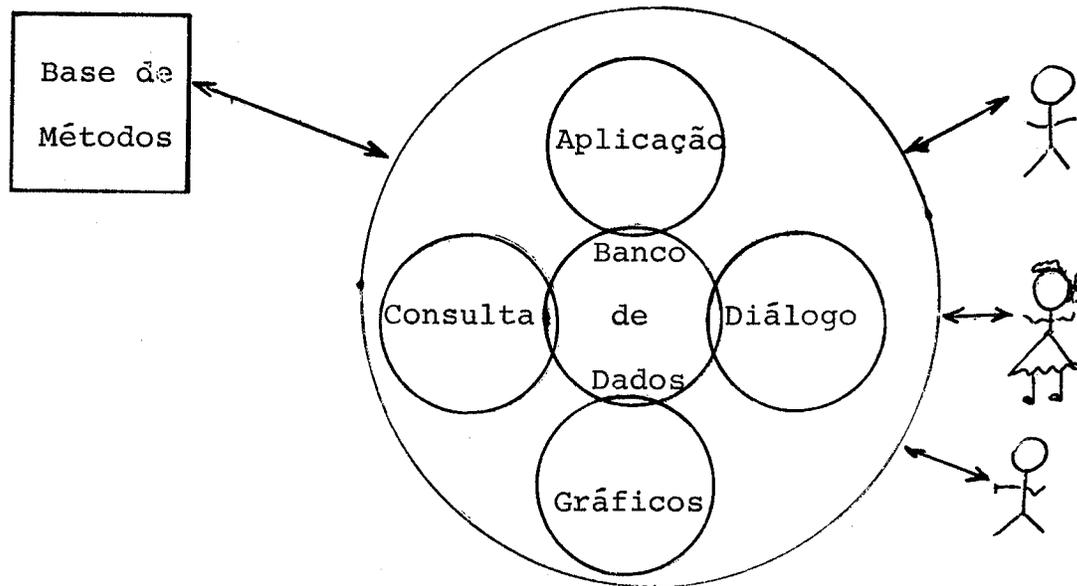
Pode-se distinguir as funções de modelagem e as funções de visualização.

Na modelagem o usuário se comunica com a parte do programa de aplicação ligada à definição do problema, à topologia, à geometria e outras propriedades dos objetos envolvidos. Na visualização o usuário se comunica com um conjunto de funções para exibição e manipulação de dados gráficos, independente da aplicação.

1.3. Banco de Dados

O uso de Banco de Dados integrados no mundo dos negócios é amplamente conhecido, e é reconhecida a necessidade de uma integração de dados similar nas aplicações de engenharia, tornando-se necessária a existência de um SGBD para armazenar as informações envolvidas no processo de projeto.

A figura abaixo mostra a estrutura funcional de um sistema CAD, com ênfase no papel central desempenhado pelo BD.



O problema é determinar se um SGBD projetado para usuários comerciais (SGBDcom) pode ser incorporado a sistemas industriais ou se algumas modificações são necessárias.

As vantagens de ter um controle centralizado sobre os dados são:

- os projetistas são liberados das tarefas de gerenciamento de dados
- os padrões são forçados de maneira mais simples
- os aspectos de desempenho podem ser deixados fora do programa de aplicação (projeto)
- a redundância de dados pode ser reduzida
- os problemas de inconsistência podem ser reduzidos
- os dados armazenados podem ser compartilhados
- a integridade dos dados pode ser mantida.

2. SGBD PARA CAD vs SGBDs Convencionais

Projetistas de sistemas gráficos podem aproveitar, durante o processo de projeto, os resultados anteriores do próprio projeto ou de outros através do uso interativo do sistema CAD. Tais resultados de projeto são armazenados em um BD gráfico de uma maneira compartilhável. SGBD's para CAD interativo possuem diferenças marcantes, em seus requisitos de aplicações, dos SGBD's comerciais que são desenvolvidos principalmente para aplicações de negócios. Podem ser identificadas as seguintes diferenças:

- dados gráficos e não gráficos devem aparecer misturados enquanto que em SGBD's comerciais usa-se somente dados não gráficos.
- O esquema é decidido de maneira interativa durante o tempo de execução implicando na utilização de esquema dinâmico ao contrário do esquema estático de aplicações comerciais. Estático aqui significa esquemas pré-especificados em DDL e pré-compilados.
- Num processo CAD os dados são gerados dinamicamente durante o projeto e nas aplicações convencionais estes são conhecidos a priori.
- Em CAD as atualizações são feitas sobre valores e estrutura dos dados e no convencional somente sobre valores.
- Aplicações CAD precisam de dados atômicos (numéricos ou string) e estruturados diferindo das aplicações convencionais que usam somente dados atômicos.

- Em CAD a modelagem resulta em muitos tipos de entidades, com poucas ocorrências e muitos relacionamentos (complexos); já na modelagem de aplicações convencionais estão envolvidos menos tipos de entidades, com muitas ocorrências e poucos relacionamentos (na maioria dos casos bastante simples).
- Em CAD, durante o desenvolvimento do projeto, as inconsistências no BD devem ser permitidas (características própria do processo de desenvolvimento de um objeto), enquanto que em um BD convencional deve ser verificada a consistência dos dados.
- Os mecanismos de segurança não são muito necessários em CAD pois o projetista deve estar habilitado a realizar qualquer tipo de operação, inclusive a remoção, sobre o BD. Sabe-se que em BD convencionais a segurança é muito importante, devendo permitir que seja feita uma classificação de usuário para acesso ao BD.
- Visões múltiplas dos dados são usados nos dois tipos de aplicações. Em CAD, como uma necessidade relacionada à atividade do projeto (modelo gráfico, estrutural, etc), na convencional para proteção e privacidade dos dados, através de esquemas externos.
- Em aplicações CAD o armazenamento de diferentes versões do projeto é importante (para guardar a história do projeto) e em aplicações convencionais não existe esta necessidade.
- Em CAD certas restrições de integridade do Banco de Dados são pré definidas, por exemplo, as normas técnicas da área de aplicação devem ser respeitadas (como exemplo, num projeto de engenharia civil todos os quartos devem ter pelo menos uma porta). Em aplicações convencionais não existe tal padronização.
- Devido à quantidade de cálculos requeridos em aplicações CAD, o custo de CPU é alto, em oposição às aplicações convencionais cujo custo é pequeno, pois a operação básica é a recuperação.
- Em CAD as transações são longas, o acesso concorrente é pequeno, a integridade semântica é muito complicada e a eficiência de acesso é muito importante. Em aplicações convencionais as transações são curtas, o índice de acesso concorrente é alto, a integridade semântica é simples e a eficiência de acesso é menos importante.

3. ASPECTOS OPERACIONAIS DE SGBD PARA CAD

Existem necessidades específicas das aplicações CAD no que se refere aos controles operacionais, que precisam de tratamento especial não encontrado nos SGBD's convencionais.

3.1. Integridade Semântica

Em CAD aparecem novos tipos de restrições de integridade semântica impostas pela área específica da aplicação. Pode-se citar:

- leis físicas (ex.: um móvel não pode ser colocado no teto de um cômodo)
- restrições de tecnologia (usar durante o projeto conceitos tecnológicos bem definidos)
- condições de desempenho mínimas (o projeto deve ser desenvolvido respeitando o padrão de desempenho mínimo estabelecido pela área do projeto)
- normas técnicas (no desenvolvimento de um projeto as normas técnicas devem ser respeitadas para obter um projeto coerente)
- sequência de fases do projeto (em todo projeto existe uma sequência bem definida dos passos a serem seguidos, cuja ordem não pode ser alterada)
- restrições na estrutura (evitar que seja gerado um projeto cuja realização física não esteja enquadrada nos padrões convencionais)
- as dependências dos objetos são mais complexas.

Além dessas restrições específicas de CAD existem outras características como, por exemplo, o fato da especificação de integridade semântica ser dinâmica e portanto implicando que sua completeza seja alcançada somente no final do projeto. Isso cria a necessidade de um subsistema de integridade semântica que aceite durante o desenvolvimento do projeto a inclusão de novas restrições de integridade.

Um aspecto muito importante é o problema do desempenho, pois a verificação das restrições às vezes tem que ser executada a preços muito altos em termos de desempenho. Tem que ser decidido então qual o nível de restrição a ser verificada que compensará a baixa de desempenho.

As transações em CAD abrangem geralmente várias sessões de terminal (pode durar vários dias). Portanto, o conceito tradicional de transações em BD não se apresenta como unidade adequada para tratar das inconsistências em aplicações CAD devido ao fato de existirem longos períodos de inconsistência no desenvolvimento do projeto.

Pode-se concluir que a monitoração das restrições de integridade apresenta-se como um problema mais complexo e o subsistema de integridade precisará de algoritmos especiais não inerentes ao BD, mais ligados à área de aplicação. Tem-se apontado como uma solução dividir a responsabilidade de controle da integridade entre o usuário e o SGBD.

Resumindo, procura-se um mecanismo de monitoração para restringir as possibilidades de inconsistência mas sem restringir muito o projetista.

Um outro problema em aberto é a procura de uma linguagem para especificar essas restrições de integridade.

3.2. Transações longas, controle de concorrência e recovery

Tradicionalmente a unidade usada para sincronização e Recovery é o conceito de transação atômica. Já em CAD, o uso do BD é mais interativo: a transação pode durar várias sessões de terminal (horas ou dias) e pode usar grandes volumes de dados. Este deve ser provavelmente o problema mais sério, devido a:

- não é aceitável que o sistema suspenda um usuário interativo por longos períodos de tempo. Normalmente quando o controle de concorrência é feito por bloqueio (locking), os usuários que pedem acesso a um dado bloqueado são suspensos.

No caso, não há como determinar o tempo que o objeto permanecerá bloqueado. Uma solução intuitiva é retornar um código de erro e não suspender o usuário. Porém, devem ser proibidos acessos a objetos arbitrários a qualquer momento (complicando o “recovery”). Frequentemente os usuários conhecem previamente o conjunto de dados a usar (este conjunto está ligado semanticamente de alguma maneira). Uma aplicação deve ser capaz de bloquear explicitamente os dados relacionados semanticamente, como uma unidade, antecipadamente ao seu uso. Os pedidos de bloqueios explícitos deverão testar o bloqueio (e não suspender a transação). Aplicações interativas devem pedir os bloqueios explicitamente antes de gerar resultados intermediários para eliminar a necessidade de processos de “recovery” complicados.

Um mecanismo alternativo é controlar cópias dos objetos, isto é, os dados são transferidos à área de trabalho privada de cada projetista e marcados no Banco de Dados. Aplicando diferentes tipos de bloqueio aos dados, os objetos podem ser acessados por outras aplicações com a advertência que estas informações podem estar sendo alteradas por outra pessoa. Os dados modificados em áreas de trabalho privadas deverão ser atualizados quando retornarem ao Banco de Dados.

- “Recovery”, não deve causar perdas substanciais de dados entrados interativamente. Às vezes o trabalho a ser perdido é grande e não se justifica ainda que os dados estejam inconsistentes
- Se as transações interativas interrompidas não são desfeitas, os bloqueios devem permanecer válidos para evitar que outros usuários acessem dados inconsistentes.

Pode-se concluir que é necessário um subsistema de “recovery” que seja capaz de estabelecer muitos pontos de “back-up” e aplicar diferentes políticas de “recovery” para atender a diferentes situações de inconsistência.

É necessário o desligamento do conceito tradicional de transação que não é mais adequado para aplicações CAD o que leva a definir novos conceitos de transação, como C-Transaction e transações embutidas (“nested”).

Para resolver o problema de concorrência, tem-se apontado como solução uma sincronização semi-automática, ou seja, não controlada totalmente pelo SGBD, permitindo que os usuários intervenham na política de alocação de recursos.

4. CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS EM UM SGBD PARA CAD

Apresenta-se a seguir as características reconhecidas como desejáveis em um SGBD para CAD, assim como as tendências na procura de soluções

• Manipulação de objetos complexos

O requerimento de manipular objetos complexos deriva de necessidade de trabalhar com objetos formados por dezenas ou centenas de itens, dependendo do detalhamento requerido.

A definição de objetos complexos é frequentemente descrito como uma hierarquia com identificadores únicos que são fornecidos pelo sistema. Uma outra alternativa é a definição de tipos abstratos de dados, que são considerados uma representação para primitivas gráficas, com a possibilidade de definir operações relevantes e forçar alguma verificação de tipos.

• Armazenamento de versões e alternativas

A versão é o resultado de mudanças a um conjunto de dados, já aprovados, que representam o estado de projeto em um momento determinado. As mudanças são feitas através de revisões e são bem documentadas, armazenando-se como parte integral do projeto o autor e a data da revisão, da verificação, da aprovação e finalmente a descrição da revisão. Toda esta informação deve ser armazenada junto aos dados modificados. Usando-se o “time-stamp” associado a cada revisão, é possível teoricamente reconstruir versões antigas. O único problema é o custo envolvido.

Por outro lado, alternativas de projeto variam muito na abordagem usada para resolver os problemas e a maioria delas são eventualmente descartadas. Devido a estas diferenças, seria difícil tratar de manipular as alternativas de uma maneira uniforme, tratando de derivar uma de outra para evitar redundância. Por este motivo são armazenadas cópias de cada alternativa até que uma é selecionada e integrada no Banco de Dados como versão 0. As outras alternativas descartadas são frequentemente copiadas e armazenadas para futuras referências.

• Manipulação de dados não estruturados de comprimento longo

Um SGBD em um ambiente CAD, deve ser capaz de manipular dados não estruturados de comprimento longo. Um exemplo seria os comentários de especificação do projeto que traz observações para o projetista, requerimentos de material etc.

• Manipulação de dados gráficos

O volume de dados gráficos é tratado de maneira bem estruturada para gerar os desenhos de engenharia e suportar a aquisição de informação do desenho que está sendo gerado. A manipulação de dados gráficos é a área em que os SGBD's convencionais falham devido ao volume de dados e a demanda de exibição rápida.

Na geração de um desenho existe uma forte sequencialidade envolvida, por exemplo o fim de um segmento é o início do próximo, que foi resolvido em sistemas relacionais aumentando um atributo para indicar a sequência, ou armazenamento explicitamente os dois pares de coordenadas para cada segmento.

• Desempenho

O aspecto de desempenho tem sido uma preocupação da comunidade de engenharia mas é frequentemente difícil alcançar eficiência de um SGBD devido aos muitos parâmetros que podem afetá-lo. Os mais importantes desses parâmetros são o projeto do banco de dados e a variedade de consultas que podem ser realizadas.

A degradação de desempenho devido a projeto de Banco de Dados não adequado é causada tipicamente pelos acessos cruzados entre múltiplas relações que requerem custosas operações “join”.

Um segundo motivo da degradação é o armazenamento redundante de dados quando não existe um recurso no SGBD para manter a sequencialidade dos dados.

Um critério importante para avaliar um SGBD, para aplicações de engenharia, é que a perda de desempenho seja compensada pelo ganho em flexibilidade e facilidade de acesso.

5. CONCLUSÃO

SGBD's para CAD é uma área muito nova e atualmente esforços estão se concentrando na resolução de problemas relacionados às estruturas de dados. Nota-se claramente duas tendências:

1) Extensão dos modelos clássicos, suportando novos tipos de dados, campos longos não estruturados, objetos complexos, hierarquia de objetos, gerência de versões do projeto e novos operadores.

2) Criação de novos modelos semânticos, envolvendo: proposta de extensões do modelo Entidade-Relacionamento-Atributo (para suportar agregações, generalizações, novos operadores), modelos de dados de projeto (incluindo conceitos como tipos abstratos de dados).

Porém, é necessário um investimento maior na parte de controles operacionais, que se apresentam como o problema mais complexo a ser resolvido, sendo a solução mais apontada a de permitir a intervenção do usuário para ajudar ao SGBD na escolha de políticas para resolver os completos.

Um bom SGBD para CAD deve possuir as seguintes características:

- suportar tipos de dados complexos e não estruturados.
- Possuir operadores mais flexíveis que permitam operações tipo “Zoom”
- Possibilidade de armazenar as várias versões do projeto.
- Fornecer um alto grau de interação com o usuário.
- Fornecer facilidades gráficas.
- Ter controles operacionais adequados aos requisitos das aplicações CAD.

Um modelo de dados que tem sido apontado como o mais adequado como estrutura básica para o desenvolvimento de um SGBD para CAD é o modelo relacional por possuir flexibilidade para abranger aplicações de diferentes áreas e apresentar características que permitem a inclusão de soluções para suprir as necessidades das aplicações CAD.

BIBLIOGRAFIA

1. Encarnação J., Schlechtendahl E.G. "Computer Aided Design". Springer-Verlag 1983.
2. Kun T.L., Kun H.S. "Architecture of a Virtual Graphic Database System for Interactive CAD". Computer Aided Design Vol. 11, n 3, 1979.
3. Foisseau J., Valette F.R. "A Computer Aided Design Data Model: FLOREAL" Files Structures and Databases for CAD. North Holland – 1982.
4. Ulfsby S., Meen S., Øian J. "Tornado: a DBMS for CAD/CAM Systems" Files Structures and Databases for CAD. North Holland 1982.
5. Fischer W.E., "Phidas – A Database Management System for CAD/CAM Applications Software". Computer Aided Design Vol. 11, n 3, 1979.
6. Shenoy R.S., Patnaik L.M. "DDL and DML for a CAD Database". Computer Aided Design Vol. 15 n 3, 1983.
7. Haskin R.L., Lorie R.A. "On Extending the Functions of a Relational Database System". IBM Research Report M5317, 1981.
8. A.P. Buchmann "Current Trends in CAD Databases". CAD Vol. 16 n3, 1984.