

UTILIZAÇÃO DE ARQUIVOS DE DESENHO EM FORMATO NEUTRO INTERCAMBIÁVEL

Cynthia Obladen de Almendra Freitas (*)
Sérgio Scheer (**)

SUMÁRIO

Visando resolver ou melhorar a situação dos usuários de software CAD/CAM, órgãos e entidades vêm buscando estabelecer uma padronização dos dispositivos utilizados por sistemas gráficos ou uma forma de intercâmbio de arquivos de dados entre diferentes sistemas. O presente trabalho descreve as características e diferenças entre os formatos de bases de dados IGES (Initial Graphics Exchange Specification) e DXF (Drawing Interchange Files), os quais possibilitam o intercâmbio de desenhos. Este intercâmbio, por sua vez, necessita de pré e pós-processadores, ou seja, geradores e interpretadores de arquivos de dados nos formatos IGES e DXF. A criação destes processadores é assunto do presente trabalho, com a finalidade de auxiliar na elaboração e utilização dos formatos neutros intercambiáveis de dados para desenho.

ABSTRACT

Trying to resolve or improve the CAD/CAM users situation, some organizations are searching a standartization of the graphic system devices, or a neutral data file interchanges between different systems.

This study makes a description of the characteristics and differences between the data base IGES (Initial Graphic Exchange Specification) and DXF (Drawing Interchanges Files) formats, wich makes possible the interchange of draws. However this interchange needs pre and postprocessors (generators and interpreters) of IGES and DXF format data files. The improvement of these processors is the concern of this study, wich tries to help the usuaries on the elaboration and use of interchange neutral data files formats for drawings.

INTRODUÇÃO

O crescente e rápido desenvolvimento da Informática traz uma constante preocupação às pessoas ligadas direta ou indiretamente ao seu desenvolvimento ou a sua utilização, ou seja, conseguir acompanhar e compreender seus diferentes estágios e aplicações.

Esta preocupação tem à sua frente, relativamente à Computação Gráfica, a grande variedade de dispositivos gráficos, o rápido avanço da tecnologia envolvida nestes dispositivos, a grande variedade de aplicações que se utilizam da computação gráfica e a disponibilidade de diversos softwares nesta área.

Todos estes aspectos refletem-se sobre a Automação Industrial, uma vez que a

(*) Cynthia Obladen de Almendra Freitas, Engenheira Civil pela Universidade Federal do Paraná. Professora Assistente Nível I do Departamento de Informática da Pontifícia Universidade Católica do Paraná desde 1988. Pesquisadora Chefe do Laboratório de Informática Aplicada do Instituto de Saneamento Ambiental da PUC-PR desde 1988. Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Informática Industrial - CPGII do CEFET-PR, área de concentração CAD/CAM. (1987 — ...)

(**) Sérgio Scheer, Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Paraná. Professor Adjunto II da UFPR e professor colaborador do Curso de Pós-Graduação em Informática Industrial - CPGII do CEFET-PR. Mestre em Engenharia pela UFRGS em 1982. Doutorando em Informática - área de computação gráfica e Projeto Auxiliado por Computador na PUC-RJ.

computação gráfica é de grande relevância a estudos, projetos e simulações realizadas no campo industrial.

Visando resolver ou melhorar a situação dos usuários de software CAD/CAM, órgãos e entidades vêm buscando estabelecer uma padronização dos dispositivos gráficos utilizados ou uma forma de intercâmbio de bases de dados entre diferentes sistemas.

A PADRONIZAÇÃO NA COMPUTAÇÃO GRÁFICA

A padronização dos dispositivos gráficos fornece benefícios econômicos, podendo-se citar: existência de uma tecnologia flexível; entendimento fácil dos softwares gráficos, uma vez que estes serão desenvolvidos independentemente dos dispositivos; portabilidade de programas de aplicação bem como de recursos humanos; diminuição dos custos de dispositivos de saída; redução da manutenção em software e flexibilidade na venda de sistemas gráficos. Porém, ainda existem muitas etapas a serem ultrapassadas para se atingir este nível de padronização e, conseqüentemente, de benefícios.

A padronização da computação gráfica pode ocorrer em três níveis:

- Interfaceamento com programas de aplicação;
- Formatos para intercâmbio de desenhos; e,
- Interfaceamento com dispositivos gráficos.

O eficiente intercâmbio de informações no âmbito de sistemas de engenharia só é possível se forem bem definidos:

- os pontos de recebimento da informação;
- os modos de uso da informação (nível do usuário final);
- meios de transporte da informação;
- e
- eficiente armazenamento e recuperação (físico e lógico) da informação.

As informações inerentes a um modelo de padronização para geração e interpretação de elementos gráficos devem incluir:

- as características dos componentes do modelo (entidades);
- os elementos básicos e a forma de tais entidades;
- relações predominantes entre estes elementos;
- conectivo externo das várias entidades do sistema;
- valores específicos e variações de descrição das entidades;
- algoritmos para análise dos valores apresentados para as entidades;
- algoritmos para avaliação dos resultados (otimização).

Estas informações vão permitir ao intercâmbio de arquivos de dados a existência de informações gráficas e não gráficas que

especificam a geometria, modelagem e fabricação, características dos produtos que tenham sido projetados por sistemas CAD e que devem ser fabricados utilizando-se sistemas de computação.

Cada sistema CAD, cada ferramenta mecânica controlada numericamente, cada robô, são, de um modo geral, modelos de componentes da engenharia, diante dos quais se necessita de uma representação interna de dados única e comum a todos estes elementos.

FORMATOS NEUTROS INTERCAMBIÁVEIS

Uma visualização do que é pretendido pela padronização dos formatos de arquivos gerados por sistemas computacionais dirigidos a uma aplicação ou sistemas CAD é apresentada na Figura nº 1.

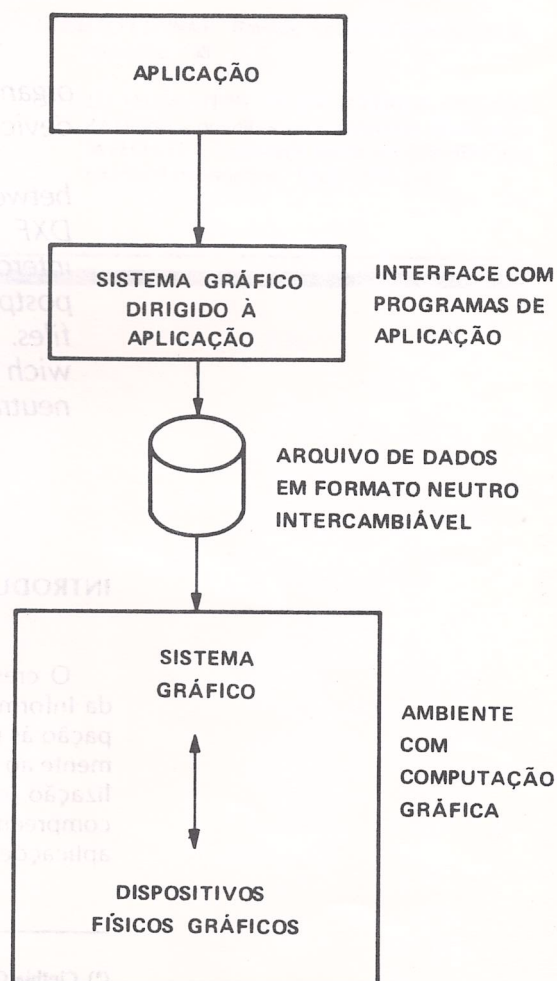


FIG. 1 — Generalização simplificada do ambiente gerado pela padronização do formato dos arquivos de dados.

Para tal, são importantes dois elementos que completam o ambiente da padronização dos formatos dos arquivos de dados, que são os geradores e interpretadores de arquivos. Estes elementos, também chamados de tradutores, ou ainda de pré e pós-processadores de arquivos, são de grande importância para a flexibilidade e agilidade das ações necessárias ao âmbito do assunto. A Figura nº 2 apresenta como ficam inseridos o gerador e o interpretador de arquivos em formato neutro intercambiável no

contexto da padronização.

A utilização de um formato neutro intercambiável, como meio de comunicação entre sistemas, permite que n sistemas se comuniquem através de $2 * n$ tradutores, ou seja, n geradores e n interpretadores de arquivos. O emprego de formatos não neutros necessita do total de $n(n - 1)$ tradutores para comunicação entre os mesmos n sistemas. A Figura nº 3 demonstra a situação com a utilização de arquivos de formato neutro para comunicação de n sistemas.

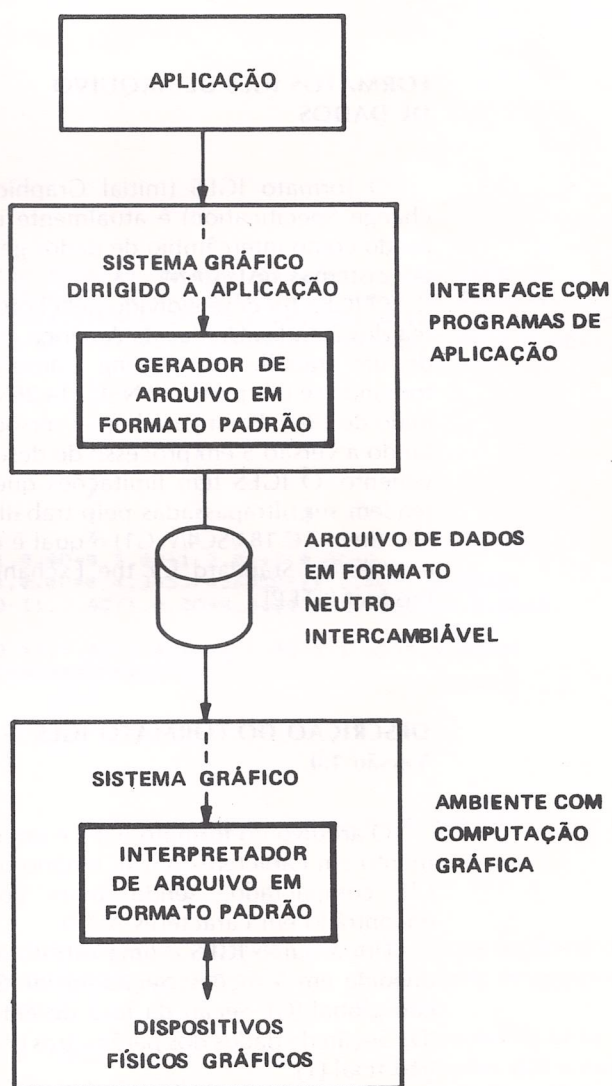


FIG. 2 — Tradutores de arquivo de dados em formato neutro intercambiável.

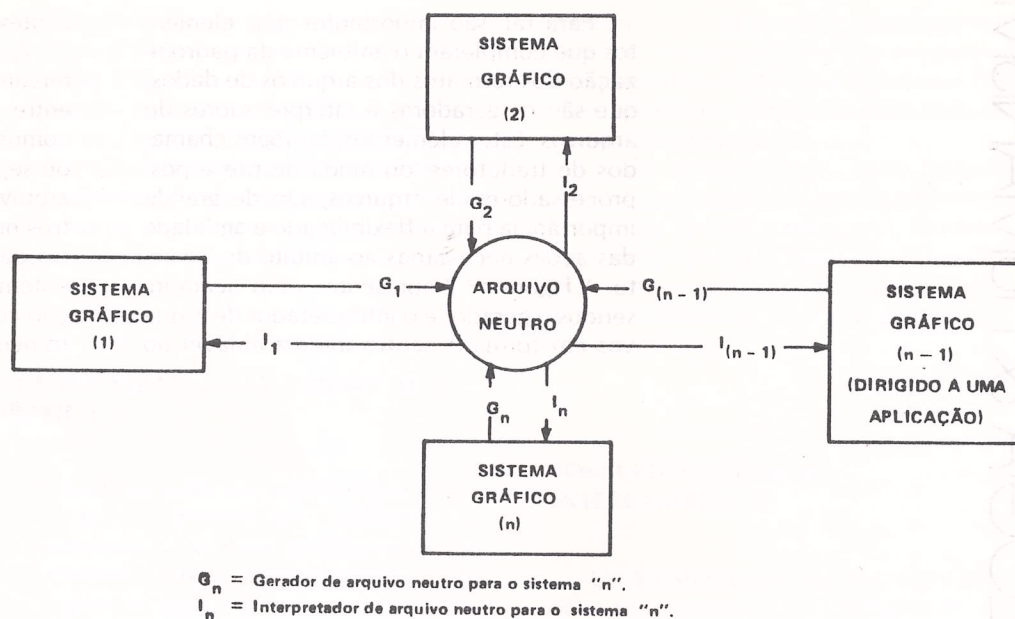


FIG. 3 — Intercâmbio de dados entre diferentes sistemas através de um arquivo neutro.

FORMATOS IGES DE ARQUIVO DE DADOS

O formato IGES (Initial Graphics Exchange Specification) é atualmente muito usado como intercâmbio de dados gerados por sistemas CAD/CAM.

O IGES foi desenvolvido pela Força Aérea dos Estados Unidos da América através de um trabalho da Boeing Corporation, tornando-se um padrão ANSI, Y14.26M, em maio de 1980. Possui até hoje 4 versões, estando a versão 5 em processo de desenvolvimento. O IGES tem limitações que pretendem ser ultrapassadas pelo trabalho da ISO (item TC 184/SC4/WG1) o qual é denominado de Standard for the Exchange of Product (STEP).

O conteúdo das seções é basicamente uma série de números e textos chamados de parâmetros. Cada parâmetro pode ser de um dos seguintes tipos: inteiro; fracionário (ponto flutuante); ponteiro — um inteiro que aponta para outra linha do arquivo IGES; texto — um texto é representado da forma: 4HIGES; MACRO — habilita a criação e uso de Macros, o que normalmente não é usado.

Um arquivo IGES possui a definição de 50 entidades, com as quais se obtêm múltiplas formas, cujo resultado obtido é de 150 formatos diferentes de entidades. As entidades são divididas em 03 (três) categorias:

a) Geometria: linhas, círculos, curvas, superfícies e sólidos.

Na versão 1.0 são: pontos, linhas e arcos, conforme Tabela nº 1.

DESCRIÇÃO DO FORMATO IGES — Versão 1.0

O arquivo no formato IGES é um documento em caracteres ASCII, binário ou ASCII compactado, sendo mais comum encontrá-lo em caracteres ASCII.

Um arquivo IGES é uma estrutura subdividida em 5 seções: Seção inicial (S), Seção global (G), Seção da lista de entradas (D), Seção de dados dos parâmetros (P) e Seção final (T).

Cada seção é formada por linhas, registros, de comprimento fixo igual a 80 caracteres, sendo que a identificação da seção é feita na coluna 73 (letra correspondente à seção) e uma numeração seqüencial de linhas é feita nas colunas 74-80.

TAB. 1 — Entidades IGES de Geometria.

Tipo da Entidade	Nº do Tipo da Entidade
- ARCO CIRCULAR	100
- CURVA COMPOSTA	102
- ARCO CÔNICO	104
- DADOS ABUNDANTES	106
- PLANO	108
- LINHA	110
- SPLINE PARAMÉTRICA	112
- SUPERFÍCIE SPLINE PARAMÉTRICA	114
- PONTO	116
- SUPERFÍCIE REGRADA	118
- SUPERFÍCIE DE REVOLUÇÃO	120
- CILINDRO TABULADO	122
- MATRIZ DE TRANSFORMAÇÃO	124

b) Anotação: informações colocadas no desenho tais como: dimensões, notas, revisões e título, conforme Tabela nº 2.

TAB. 2 — Entidades IGES de Anotação.

Tipo da Entidade	Nº do Tipo da Entidade
- DIMENSÃO ANGULAR	202
- CENTRO DE LINHA	106
- DIMENSÃO DIÂMETRO	206
- NOTAS INDICATIVAS	208
- RÓTULO GERAL	210
- NOTA GERAL	212
- FLECHA	214
- DIMENSÃO LINEAR	216
- DIMENSÃO ORDINÁRIA	218
- DIMENSÃO PONTO	220
- DIMENSÃO RAIO	222
- SEÇÃO	106
- LINHA PROVA	106

c) Estrutural: grupos e relações de entidades que são usadas para criar uma base de dados inteligente. Esta categoria possui os seguintes subtipos:

— entidades associativas: permitem conjuntos arbitrários de entidades a serem agrupadas para o tratamento comum;

— entidades para definição de vistas: uma vista é uma projeção do modelo (a geometria) de um desenho, possui uma orientação específica, escala, e está colocada segundo uma posição ou ângulo de rotação em relação ao desenho. Estas entidades definem uma visão tridimensional de um objeto;

— entidades subimagem: permitem a definição de uma entidade e a repetição desta, tantas vezes quanto necessário, para a representação do modelo de um objeto.

A Figura nº 4 apresenta a listagem de um arquivo no formato IGES, gerado pelo sistema AUTOCAD versão 2.6.

```

IGES file generated from an AutoCAD drawing by the IGES
translator from Autodesk, Inc., translator version IGES1.0.
, ,5Hb:pol,9Hb:poliges,11HAutoCAD-2.6,7HIGES1.0,16,8,24,12,52,5Hb:pol,
1.0D+0,1,4HINCH,32767,3.2767D+1,13H891019.093220,1.0D-8,2.0D+1,6HThroop,G0000002
14HAutodesk, Inc.;
110 1 1 1 2
110 0 7 1
110 2 1 1 2
110 0 7 1
110 3 1 1 2
110 0 7 2
110 5 1 1 2
110 0 7 1
110,1.0D+1,1.0D+1,0.0D+0,1.0D+1,2.0D+1,0.0D+0;
110,1.0D+1,2.0D+1,0.0D+0,4.3655745685D-11,2.0D+1,0.0D+0;
110,4.3655745685D-11,2.0D+1,0.0D+0,8.0035533756D-11,1.0D+1,
0.0D+0;
110,8.0035533756D-11,1.0D+1,0.0D+0,1.0D+1,1.0D+1,0.0D+0;
S0000002G0000003D0000000BP0000005
S0000001
S0000002
G0000001
G0000002
G0000003
D0000004
D0000005
D0000006
D0000007
D0000008
1P0000001
3P0000002
5P0000003
5P0000004
7P0000005
T0000001

```

FIG. 4 — Arquivo Exemplo no Formato IGES

As seções que formam um arquivo IGES, possuem características específicas, as quais consistem em:

— Seção Inicial: contém nada mais que o nome (título) do que o arquivo possui. Um número de registros qualquer pode ser usado nesta seção;

— Seção Global: contém uma coleção de vários itens de informação de controle incluindo o autor, o caráter limitador a ser

utilizado na seção de dados de parâmetros, data, nome de arquivo e identificação do desenho;

— Seção de Lista de Entradas: contém as definições das entidades no arquivo, ou seja, um índice de todas as entidades descritas na seção de dados de parâmetros. Cada entrada é representada por 2 registros com 10 campos de 8 caracteres por registro. A Figura nº 5 apresenta esquematicamente a seção de lista de entradas;

REGISTRO 1

Nº DA ENTIDADE TIPO	DADO DE PARÂMETRO	VERSÃO	PADRÃO LINHA FONTE	NÍVEL	VISTA	DEFINIÇÃO MATRIZ	MODO DISPLAY	STATUS	Nº SEQUÊNCIA
N									
N	P	N, P	N, P	N, P	P	P	P	N	D n n n n n n n
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

N – NÚMERO

P – PONTEIRO

N,P – NÚMERO OU PONTEIRO

REGISTRO 2

Nº DA ENTIDADE TIPO	ESPESSURA DE LINHA	Nº CANETA	Nº DE REGISTRO COM PARÂMETROS	Nº FORMA	NÃO USADO	NÃO USADO	RÓTULO ENTIDADE	Nº SEQUENCIAL PARA O MODO DA ENTIDADE	Nº SEQUÊNCIA
N	N	N	N	N			CARÁTER	N	D n n n n n n n
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

FIG. 5 — Esquema dos registros da seção de lista de entradas.

— Seção de Dados de Parâmetros: consiste em um ou mais registros de formato livre os quais contêm a descrição detalhada das entidades inicialmente informadas na seção anterior. O número exato de

registros requeridos pelas entidades está especificado no campo 14 da lista de entradas. A Figura nº 6 apresenta esquematicamente a seção de dados de parâmetros; e

REGISTRO 1

Nº DA ENTIDADE TIPO	PARÂMETRO	Nº SEQUÊNCIA
(PARÂMETROS SEPARADOS POR VÍRGULAS)	DE	P n n n n n n n

REGISTRO 2

	PARÂMETRO	Nº SEQUÊNCIA
(PARÂMETROS SEPARADOS POR VÍRGULAS)	DE	P n n n n n n n

REGISTRO 3

	PARÂMETRO	Nº SEQUÊNCIA
(PARÂMETROS SEPARADOS POR VÍRGULAS)	DE	P n n n n n n n

PARÂMETRO DE – NÚMERO DA LINHA ONDE ESTÁ O PRIMEIRO REGISTRO COM INFORMAÇÕES NA LISTA DE ENTRADAS.

FIG. 6 — Esquema dos registros da seção de dados de parâmetros.

— Seção Final: é o último registro no arquivo e supre a necessidade de uma verificação do número de registros em cada uma das outras quatro seções.

FORMATO DXF DE ARQUIVO DE DADOS

O formato DXF (Drawing Interchange Files) é o formato da base de dados externa, pertencente ao AUTOCAD, sendo que o AUTOCAD é provido de tradutores (gerador e interpretador) de desenhos realizados no próprio AUTOCAD ou, ainda, interpretação de arquivos de desenhos realizados em outro sistema CAD com estrutura similar à do AUTOCAD.

VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DO FORMATO IGES

O formato IGES é o método predominantemente utilizado para intercâmbio de dados de CAD/CAM entre diferentes sistemas CAD/CAM. Porém, possui alguns problemas, como o número de informações duplicadas no arquivo, gerando dificuldades na interpretação do arquivo, no gasto de tempo para verificação da seqüência de ponteiros e na validação do conteúdo dos registros.

É praticamente impossível gerar ou interpretar um arquivo IGES com uma simples unidade seqüencial. Na realidade, isto pode ser feito gerando-se 5 seções seqüenciais em 5 arquivos separados e reunidos para intercâmbio. O processo de interpretação é geralmente implementado realizando-se, primeiro, a divisão do arquivo em 5 seções separadas para posterior interpretação e validação dos parâmetros recebidos.

Um interpretador de arquivos IGES implementado em máquina de recursos limitados demandará um longo tempo de processamento, uma vez que o tempo de processamento de cada entidade pode variar entre 0.01 a 1 segundo. Além disto, os interpretadores são mais lentos que os geradores de arquivos, devido às verificações de erro que são realizadas.

DESCRIÇÃO DO FORMATO DXF — AUTOCAD (Versão 2.6)

O arquivo no formato DXF é um documento em caracteres ASCII, organizado em 5 seções: Seção cabeçalho, Seção de tabelas, Seção de blocos, Seção de entidades, Fim de arquivo.

Um arquivo DXF é composto por uma variedade de grupos, cada um dos quais

ocupa duas linhas do arquivo. A primeira linha de um grupo é o Código de Grupo, que consiste em um número inteiro não negativo com três campos. A segunda linha de um grupo é o Valor do Grupo e possui um formato compatível com o tipo do grupo, especificado pelo código de grupo, conforme a Tabela nº 3.

TAB. 3 — Código de Grupo e Tipo do Valor Correspondente.

Faixa do Código de Grupo	Tipo do Valor Correspondente
00 — 09	CADEIA DE CARACTERES
10 — 59	NÚMERO FRACIONÁRIO
60 — 70	NÚMERO INTEIRO

TAB. 4 — Códigos de Grupo e Descrição.

Código de Grupo	Descrição
0	INÍCIO DE UMA ENTIDADE, ENTRADA DE TABELA, SEPARADOR DE GRUPO NO ARQUIVO.
1	TEXTO PRIMÁRIO PARA UMA ENTIDADE.
2	NOME, ATRIBUTO, NOME DE BLOCO, ETC.
3 — 5	OUTROS TEXTOS OU NOMES.
6	NOME DO TIPO DE LINHA (FIXADO).
7	NOME DO ESTILO DE TEXTO (FIXADO).
8	NOME DA CAMADA (FIXADO).
9	IDENTIFICADOR DE NOME DE VARIÁVEL (UTILIZADO SOMENTE NA SEÇÃO CABEÇALHO).
10	COORDENADA PRIMÁRIA X (PONTO INICIAL DE UMA LINHA OU TEXTO, CENTRO DE CÍRCULO).
11 — 18	OUTRAS COORDENADAS X.
20	COORDENADA PRIMÁRIA Y. O SEGUNDO VALOR SEMPRE CORRESPONDE AO PRIMEIRO E ASSIM POR DIANTE.
21 — 28	OUTRAS COORDENADAS Y.
30	COORDENADA PRIMÁRIA Z. O TERCEIRO VALOR SEMPRE CORRESPONDE AO PRIMEIRO E SEGUNDO VALORES E ASSIM POR DIANTE.
31 — 36	OUTRAS COORDENADAS Z (FUTURO).
37	ALTURA DA ENTIDADE, SE NÃO ZERO (FIXADO).
38	ESPESSURA DA ENTIDADE, SE NÃO ZERO (FIXADO).
40 — 48	VALORES DE PONTO FLUTUANTE (ALTURA DO TEXTO, FATOR DE ESCALA, ETC).
49	VALORES REPETIDOS — MÚLTIPLOS GRUPOS 49 PODEM APARECER EM UMA ENTIDADE PARA TABELAS DE TAMANHO VARIÁVEL. UM GRUPO 7X SEMPRE APARECE ANTES DO PRIMEIRO GRUPO 49 PARA ESPECIFICAR O TAMANHO DA TABELA.
50 — 58	ÂNGULOS.
62	NÚMERO DE COR (FIXADO).
66	INDICADOR DA ENTIDADE SEGUINTE (FIXADO).
70 — 78	VALORES INTEIROS COMO CONTADORES DE REPETIÇÃO, BITS FLAG OU MODOS.

Os códigos de grupo são utilizados para indicar o tipo do valor correspondente ao grupo e indicar o uso geral do grupo. A função específica do código de grupo depende da atual variável, item da tabela ou descrição das entidades. A Tabela n.º 4 indica os possíveis códigos de grupo e sua descrição.

As seções que formam o arquivo DXF possuem as seguintes finalidades e características:

- Seção Cabeçalho: contém o conjunto de variáveis associadas ao desenho, ou seja, cada variável especifica valores como: versão do AUTOCAD, atributo de visibilidade, precisão, dimensão de linhas, vista corrente e centro de visualização, grade dos eixos X e Y, tolerância mínima, perfazendo um total de 61 variáveis;

- Seção de Tabelas: contém 4 tabelas, sendo que cada uma delas possui um número variável de entradas da tabela. As tabelas aparecem sempre na mesma ordem e são denominadas por LTYPE, LAYER, STYLE e VIEW;

- Seção de Blocos: contém as entidades que serão também apresentadas e detalhadas na seção de entidades. Definição de blocos no desenho;

- Seção de Entidades: contém os elementos, propriamente ditos, do desenho. São em número de 18 entidades, entre elas: linha, ponto, círculo, arcos, cópia, sólido, repetição, texto, forma, blocos, atributos;

- Fim de Arquivo: representado pelo texto: EOF (end of file).

A Figura n.º 7 exemplifica o arquivo DXF resultante do gerador DXF — TURBO Pascal. Deste modo é possível verificar-se a formatação de um arquivo DXF, comparando-a com a de um arquivo IGES.

VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DO FORMATO DXF

Criar tradutores de arquivos DXF pode parecer mais difícil do que o é na realidade. O formato DXF foi projetado para ser de fácil processamento por programas computacionais, não manualmente.

O formato DXF foi construído com a possibilidade de se ignorar informações que não são necessárias, sem, no entanto, causar problemas de leitura das informações contidas no arquivo de dados.

As diversas versões do AUTOCAD aceitam este formato e estão habilitadas para converter desenhos em formato DXF para a representação interna e vice-versa.

```

0
SECTION
2
ENTITIES
0
LINE
8
LINE
10
1.000000000000E+01
20
1.000000000000E+01
11
1.000000000000E+01
21
2.000000000000E+01
0
LINE
8
LINE
10
1.000000000000E+01
20
2.000000000000E+01
11
4.3655745685E-11
21
2.000000000000E+01
0
LINE
8
LINE
10
4.3655745685E-11
20
2.000000000000E+01
11
8.0035533756E-11
21
1.000000000000E+01
0
LINE
8
LINE
10
8.0035533756E-11
20
1.000000000000E+01
11
1.000000000000E+01
21
1.000000000000E+01
0
ENDSEC
0
EOF

```

FIG. 7 — Arquivo Exemplo no Formato DXF

VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DO FORMATO DXF

Criar tradutores de arquivos DXF pode parecer mais difícil do que o é na realidade. O formato DXF foi projetado para ser de fácil processamento por programas computacionais, não manualmente.

O formato DXF foi construído com a possibilidade de ignorarem-se informações que não são necessárias, sem no entanto causar problemas de leitura das informações contidas no arquivo de dados.

As diversas versões do AUTOCAD aceitam este formato e estão habilitadas para converter desenhos em formato DXF para a representação interna e vice-versa.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O formato a ser utilizado fica a critério do usuário; e critérios relevantes são:

- fácil indexação e classificação dos dados;
- manutenção de alto nível de flexibilidade;
- possuir mecanismos para definir a exatidão na geração de recursos, o conjunto de símbolos e caracteres a serem utilizados.

Toda a atenção deve ser voltada ao problema da consistência do arquivo de dados entre diferentes visões em um mesmo sistema CAD/CAM ou entre diferentes sistemas.

Existem outros formatos externos ou de arquivo público, em diferentes sistemas CAD/CAM sempre na forma de arquivos sequenciais, como o do VersaCAD (TWGES), o dos sistemas Intergraph (DGN-IGDS e microStation) e do brasileiro CADTEC da Itautec.

O pensamento da padronização de arquivos com formatos neutros intercambiáveis deve ser cultivado para facilitar a resposta a três perguntas: Quem são? Onde podem ser aplicados? Como são utilizados?

Todos estes pontos devem proporcionar que um padrão internacional durável nesta área não se torne algo intangível ou para o futuro, porque os sistemas CAD/CAM estão sendo utilizados no dia-a-dia e necessitam intercambiar informações geradas neste dia-a-dia.

BIBLIOGRAFIA

- CARSON, G.S. «Computer Graphics Standards», *Open Systems Data transfer*, = 34, 1, 19, junho/1988.
- CHORAFAS, D.N. & LEGG, S.J. «The Engineering Database», 1ª Edição, London, Butterworths, 241, 1988.
- «The AutoCAD™ Drafting Package — User Guide», 293, 306, abril/1988.
- «Tutorial sobre IGES». NCGA.CAD/CAM'88, Boston, 35, novembro/1988.