

Os elementos de fluxogramas: a padronização ISO

Tema 5: Engenharia, Qualidade e Competitividade

Grupo de Pesquisa Aplicada ao Aprendizado – GPA²

Marcio Vieira Soares mvs@maua.br

Douglas Lauria

Eduardo Nadaleta da Matta

Ricardo Concílio

Thiago A.G. de Tolosa

Escola de Engenharia Mauá
Estrada das Lágrimas 2035
09580-900 S. Caetano do Sul - SP

O engenheiro, tradicionalmente, deve possuir grande familiaridade com diagramas esquemáticos, com linguagem matemática e expressão gráfica. Os fluxogramas possuem um grande apelo visual e muita aplicação no entendimento de processos industriais, os quais são muito importantes na formação e na vida prática do engenheiro.

O uso de fluxogramas como elemento de representação do caminho de solução de problemas é algo ainda bastante difundido em nosso meio, e sendo revitalizado pelas normas de qualidade da ISO, porém, as notações utilizadas são discrepantes em conteúdo. Em muitos trabalhos técnicos nos deparamos com diferentes notações, diferentes usos de símbolos padronizados, etc. Existem normas que regem este uso? Quais estão em vigor?

Este trabalho apresenta os resultados de pesquisas neste sentido buscando elucidar as normas em vigor para ajudar a elaboração dos fluxogramas e a padronização de sua apresentação.

1. Introdução

A busca de normalização nas ciências e na tecnologia é meta consagrada na história do conhecimento humano. Na engenharia, se conhece bem sua necessidade e benefícios. Um exemplo de dificuldades técnicas relativos à falta de uma padronização pode ser sentida no país com a rede ferroviária. Seu uso é muitas vezes economicamente inviável para transporte de carga pela absoluta incompatibilidade de bitolas. Alguns ramais operam com bitola de 1,20 m (por exemplo a Santos - Jundiaí), outros de 0,80 m (Sorocabana) outros, até, com bitola de 1,60 m.

Dizem certos historiadores que esta divergência era proposital, devido ao temor de uma invasão por via ferroviária no século passado, quando da implantação dessas vias. Porém o resultado econômico nesses tempos de paz foi a inviabilização técnica de uso mais intenso deste meio de transporte que, sabidamente é, na maior parte do mundo, o mais econômico meio de transporte terrestre.

Estamos atualmente à beira do terceiro milênio o qual, se supõe, deverá iniciar como o milênio da informação. Uma série de mudanças estão acontecendo com velocidade inimaginável. O que há algum tempo era símbolo de status para um país, o

poderio naval, o amplo desenvolvimento de seu parque industrial, a ampliação territorial, recursos minerais, solo agricultável, etc., são hoje produtos com valor agregado menor que o do domínio da informação, Bill Gates que o diga.

As disciplinas introdutórias de computação em nossas escolas de engenharia costumam estar isoladas no curso ou, quando muito, ligadas ao cálculo numérico. Não se costuma pedir criação de softwares nos cursos de engenharia, a não ser em casos específicos de alguns naturalmente ligados à área, como a engenharia de software e eletrônica.

Outro ponto importante o qual é consequência direta desse isolamento, é a especialização da disciplina como fechada em si mesma. Em algumas escolas, senão na maioria delas, adota-se para representação algorítmica e ensino de lógica, uma tradução de comandos oriundos do Algol e do Pascal, conhecida como "PORTUGOL" ou "LEAL". Esta representação se adapta perfeitamente às linguagens de programação estruturada, porém, será que realmente é necessário formalizar a estruturação e obrigá-la? Note-se que, mesmo em exemplos dos próprios compiladores se utilizam comandos com finalidade de quebra de estruturas!

Uma coisa, no entanto, é necessário se lembrar quando se fala em ensino de engenharia e de normalização, existem normas para esta representação, normas estas que, também, pela sua flexibilidade, se adaptam à representação estruturada, e à não estruturada, é, por incrível que pareça, antiga, porém não antiquada, e com utilidade disseminada no exercício da engenharia: os fluxogramas. A norma ISO-5807 de 1985 trata de sua padronização, cuja simbologia é também adotada na "atualíssima" série ISO-9000.

A norma

A norma ISO5807 / 1985 classifica os símbolos de acordo com sua utilização, em:

1. **Símbolos básicos:** utilizados quando a natureza precisa ou forma de, por exemplo, o processo ou mídia dos dados é desconhecida ou, ainda, não necessário discriminar a mídia atual;
2. **Símbolos específicos:** usados quando a natureza precisa do processo ou da mídia dos dados é conhecida ou deve ser explicitada;

A partir dessa classificação, a norma explicita sua aplicação a:

1. **Data Flowcharts** (fluxogramas de dados) representação do caminho dos dados na solução do problema e definição dos passos de processamento tanto como as várias mídias de dados utilizadas;
2. **Program Flowcharts** (fluxogramas de programas) representação da sequência de operações em um programa;
3. **System Flowcharts** (fluxogramas de sistemas) representação do controle das operações e do fluxo dos dados de um sistema;
4. **Program Network Chart** (diagrama de programa em rede) representação dos caminhos de ativação dos programas e das iterações com os dados relacionados. Cada programa num diagrama de programa em rede é mostrado uma única vez, onde, como em um fluxograma de sistema, ele pode aparecer em mais de um fluxo de controle;
5. **System Resources Chart** (diagrama de recursos do sistema) representação das configurações das unidades de dados e unidades de processos adaptáveis para a solução de um problema ou de um conjunto de problemas.

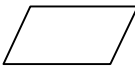





Os símbolos

Os símbolos são agrupados em 4 categorias: dados, processos, linhas e especiais. Dentro de cada categoria, são divididos em básicos e específicos, como citado acima. Note-se que, apesar da norma ser de 1985, ela está atualizada em termos da tecnologia hoje em uso. A aplicação é genérica, buscando o aproveitamento do enorme potencial de comunicação dos símbolos visuais em substituição aos longos textos descritivos. Essa é a principal razão do uso de fluxogramas na engenharia. A noção das etapas de processamento, do que consistem entradas e saídas, e todo o percurso de material, dados, produtos e o que mais for necessário avaliar está claramente mostrado e pode ser facilmente visualizado.

Além disso, a aplicabilidade assume âmbito geral, não se restringindo a apenas meio de visualização de lógica de programação. A adaptação dos símbolos às atividades industriais e comerciais é evidente, razão pela qual, coerentemente, é adotada na representação de processos de qualificação ISO9000.

A estrutura de símbolos básicos e símbolos específicos permite a análise e a representação do mesmo sistema de formas diferentes, possibilitando, assim, diferentes níveis da análise. É, também, desta forma possível se trabalhar formas genéricas que se adaptam a novas tecnologias. O ensino/aprendizado da arte da programação de computadores sai fortalecido por uma representação que pode ser adaptada a qualquer linguagem de programação.

Os símbolos apresentados na tabela 1, são os relacionados a dados.

<i>Símbolo</i>	<i>Nome Classificação</i>	<i>Utilidade</i>
	<i>Dados</i> Básico	Representar dados, tanto entrada como saída, qualquer que seja a mídia utilizada.
	<i>Dados armazenados</i> Básico	Representar dados armazenados em forma ajustável para processamento, com mídia inespecífica.
	<i>Armazenamento interno</i> Específico	Representar dados armazenados internamente.
	<i>Acesso a armazenamento sequencial</i> Específico	Representar dados armazenados, de acesso somente seqüencial, cuja mídia seja, por exemplo, fita magnética, fita cassete, "tape cartdrige", etc.
	<i>Acesso a armazenamento direto</i> Específico	Representar dados acessíveis de forma direta ("aleatória") cuja mídia é, por exemplo, disco magnético, "winchester", disco flexível, etc.
	<i>Documento</i> Específico	Representar dados legíveis por seres humanos, cuja mídia seja, por exemplo, saída impressa, um documento "escaneado", microfilme, formulário impresso de dados,





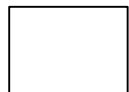
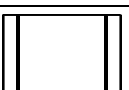

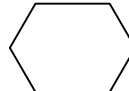
		etc.
	<i>Entrada manual</i> Específico	Representar dados, de qualquer tipo de mídia que sejam entrados manualmente em tempo de processamento, por exemplo, teclado "on-line", mouse, chaveamento, caneta óptica "light pen", leitor de código de barras, etc.
	<i>Cartão</i> Específico	Representar dados cuja mídia seja cartões perfurados, magnéticos, de marcas sensíveis, etc.
	<i>Fita perfurada</i> Específico	Representar dados cuja mídia seja fita perfurada.
	<i>Exibição</i> Específico	Representar dados cuja mídia seja de qualquer tipo onde a informação seja mostrada para uso humano, tais como monitores de vídeo, indicadores "on-line", mostradores, etc.

Tabela 1 - Símbolos relativos a dados

Os símbolos de processos, são apresentados a seguir. Dentre os símbolos de processos, surge modificações em relação às normas de 1971 da ANSI. Deve-se notar aqui uma forma especial de representar laços de repetição, tendo-se em vista estruturas do tipo laço controlado "FOR ... TO ... DO" das linguagens de programação. É, também, possibilitada uma representação para a estrutura "CASE ... OF" do Pascal ou a "SWITCH" da linguagem C, a partir da estrutura condicional normal.

Estas modificações são as grandes responsáveis pela adaptação às linguagens estruturadas. A existência de símbolo para a representação de módulos e de subrotinas permite perfeitamente a criação e representação de programas com adoção da metodologia "TOP-DOWN" ou "BOTTOM-UP", derrubando por terra a crença contrária.

<i>Símbolo</i>	<i>Nome Classificação</i>	<i>Utilidade</i>
	<i>Processo</i> Básico	Representar qualquer tipo de processo, processamento de função, por exemplo executando uma operação definida ou grupo de operações resultando na mudança de valor, forma ou localização de uma informação, ou determinação de uma, entre várias direções de fluxo, a ser seguida.
	<i>Processo pré-especificado</i> Específico	Representar um processo nomeado, consistindo de um ou mais passos de programa que são especificados em outro local, como, por exemplo, uma subrotina ou módulo de programa.
	<i>Operação manual</i> Específico	Representar um operação manual, ou seja, qualquer processo executado por um ser humano.
	<i>Preparação</i> Específico	Representar modificação de uma instrução ou grupo de instruções de forma a afetar a atividade subsequente, por exemplo, configurar uma chave, alavanca, modificar o

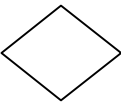
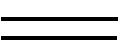
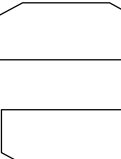





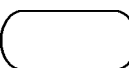

		indexador de um registro, ou inicializar uma rotina.
	<i>Decisão</i> Específico	Representar uma decisão ou um desvio tendo uma entrada, porém pode ter uma série de saídas alternativas, uma única das quais deverá ser ativada como consequência da avaliação das condições internas ao símbolo. O resultado apropriado de cada saída deverá ser escrito adjacente à linha representando o caminho respectivo.
	<i>Modo paralelo</i> Específico	Representar processamento paralelo ou a sincronização de duas ou mais operações paralelas.
	<i>Limitador de laço repetitivo</i> Específico	Início e final de laço (Loop) controlado. Deve existir em conjunto com o símbolo a seguir, que mostra o final do laço. As condições de inicialização, incremento, terminação, etc., devem aparecer dentro do símbolo respectivo, de acordo com a posição da operação de teste.

Tabela 2 - símbolos para processos

<i>Símbolo</i>	<i>Nome Classificação</i>	<i>Utilidade</i>
	<i>Linha básica</i> Básico	Representar o fluxo dos dados ou controles. Podem ser utilizadas pontas de seta, sólidas ou abertas, na extremidade para indicar a direção do fluxo onde necessário ou para enfatizá-lo e facilitar a legibilidade.
	<i>Transferencia de controle</i> Específico	Representar a transferencia de controle de um processo para outro, algumas vezes com oportunidade de retorno direto para ativação de processos, após estes completarem suas ações. O tipo de transferencia pode ser nomeado no símbolo, por exemplo, chamada (call), evento, etc.
	<i>Link de comunicação</i> Específico	Representar a transferencia de dados por um "link" de telecomunicações.
	<i>Linha tracejada</i> Específico	Representar um relacionamento alternativo entre dois ou mais símbolos. Também é utilizado para delimitar uma área de anotações.

Símbolos especiais

<i>Símbolo</i>	<i>Nome</i>	<i>Utilidade</i>
	Conector	Representar saída para, ou entrada de, outra parte do mesmo fluxograma, usada para quebrar uma linha e continuá-la em outra parte. Os símbolos de conexão devem possuir o mesmo identificador (único) interno.
	Terminador	Representar saída para, ou entrada do, ambiente externo, por exemplo início ou final de programa, uso externo e origem ou destino de dados, etc.
	Anotação	Representar adicionamento de comentários para esclarecimento ou explanação de observações. Devem ser utilizadas linhas tracejadas ligando ou cercando o(s) símbolo(s) respectivo(s), próximo(s) e ao redor do(s) mesmo(s).

— ... —	Elipse	Representar a omissão de um ou mais símbolos onde nem o tipo, nem o número de símbolos está definido. Este símbolo é utilizado entre linhas, e se aplica ao caso de diagramas mostrando soluções gerais com número aberto de repetições.
---------	--------	--

Convenciona-se, ainda, que os símbolos tem por finalidade representar e identificar graficamente a função a qual ele representa, *independente* do texto interno. Aconselha-se que o espaçamento entre os símbolos seja o mais uniforme possível, assim como suas dimensões, que se evite uso de linhas longas, e alterações dos ângulos dos formatos. Os símbolos podem ser desenhados segundo qualquer orientação, porém, preferencialmente na horizontal.

Os textos internos devem ser os menores possíveis, e devem ser lidos da esquerda para a direita, de cima para baixo, independentemente da orientação das linhas de fluxo (figura 1). Quando a quantidade de texto é muito grande para ser comportada pelo símbolo, um símbolo de anotação pode ser utilizado para completá-lo. Quando a anotação atrapalha o fluxo do diagrama, o texto pode ser colocado em um formulário separado com referencia cruzada no diagrama.

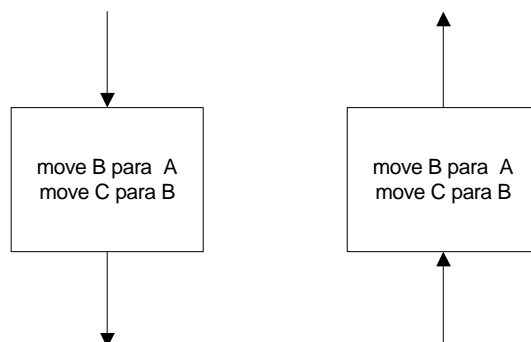
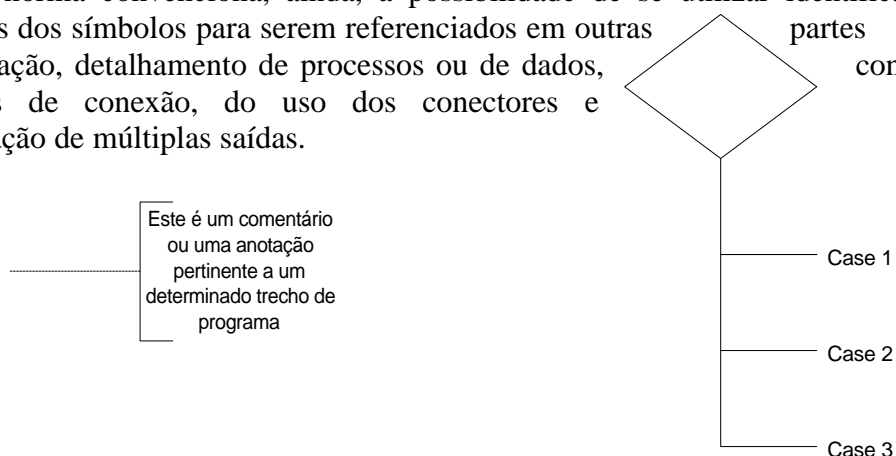


Figura 1 - estes dois elementos são idênticos, segundo a norma.

A norma convenciona, ainda, a possibilidade de se utilizar identificadores e descritores dos símbolos para serem referenciados em outras partes da documentação, detalhamento de processos ou de dados, de linhas de conexão, do uso dos conectores e representação de múltiplas saídas.



A norma, porém, nada especifica sobre a notação a ser utilizada nos símbolos, razão pela qual na Escola de Engenharia Mauá adotamos uma, em função da cultura tradicional do Pascal e do "The Art of Computing Programming - Fundamental Algorithms" apresentada a seguir, na tabela 4.

Simbolo	Significado
←	Atribuição de valores
<	Operador relacional MENOR QUE
>	Operador relacional MAIOR QUE
<=	Operador relacional MENOR OU IGUAL A
>=	Operador relacional MAIOR OU IGUAL A
=	Operador relacional IGUAL A
E	Conector de INTERSECÇÃO
OU	Conector de UNIÃO
Não	Conector de NEGAÇÃO
.V.	Valor booleano Verdadeiro (TRUE)
.F.	Valor booleano Falso (FALSE)
+ - * /	Operadores aritméticos adição, subtração, multiplicação e divisão
[]	Marcação de índices de variáveis indexadas
()	Prioridade aritmética na expressão

Tabela 4 - proposta de notação interna aos elementos do fluxograma

A adoção dessa notação para a área de informática deve satisfazer a maior parte dos usuários de computadores, uma vez que é bastante próxima da maioria das linguagens mais atuais.

O exemplo referenciado no artigo "Formas de Representação Algorítmica", remetido a este mesmo congresso, ficaria, então, da forma apresentada a seguir:

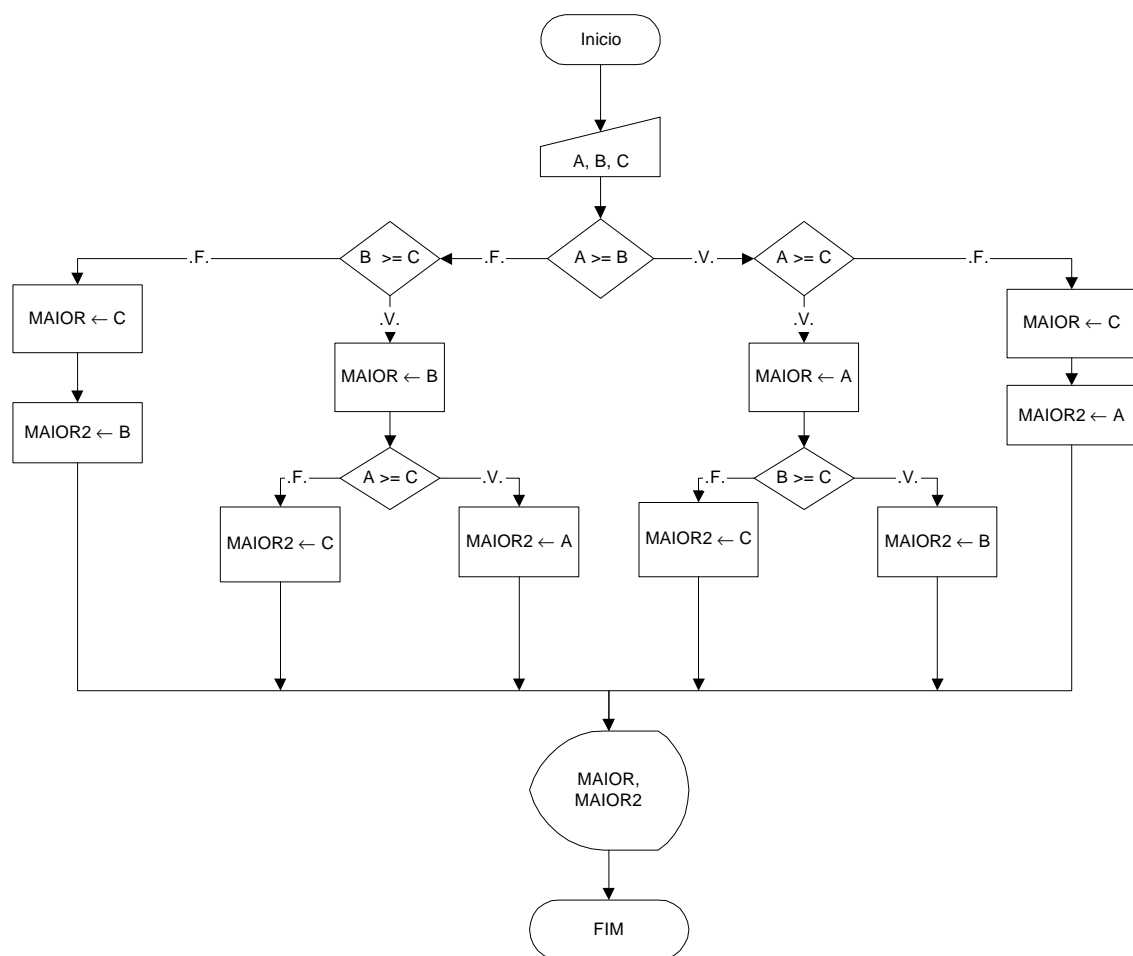


Figura 3 - exemplo de fluxograma - determinação dos dois maiores entre três valores.

Referências Bibliográficas

- [1] - Godstine, H. H.; Von Newman, John. *Planning and Coding problems for an Electronic Computing Instrument*, Vols I, II, III. Van Nostrand, Princeton, N.J., 1947 e 1948.
- [2] - Chapin, Ned. *Flowcharting with the ANSI Standard a Tutorial*. Computing surveys, Vol 2, No. 2, June 1970, pp 119-143.
- [3] - Ferreira, A. B. H.- *Novo Dicionário da Língua Portuguesa* 2ª ed - editora Nova Fronteira 1986
- [4] - ISO-5807:1985 - *Information processing -- Documentation symbols and conventions for data, program and system flowcharts, program network charts and system resources charts*
- [5] - Soares, MV et al - *Formas de Representação Algorítmica - a visão de um engenheiro* artigo apresentado a este mesmo congresso