

CURSO DE INFORMÁTICA

Algoritmos

Ricardo José Cabeça de Souza

Parte 1

Sumário

Apresentação e-Tec Brasil

Sumário

Palavra do professor-autor

Apresentação da Disciplina

UNIDADE I - ALGORITMOS

1.1 Objetivos de Aprendizagem

1.2 Introdução

1.3 Conceitos Básicos

1.3.1 Lógica

1.3.2 Dado e Informação

1.3.3 Ação

1.3.4 Computador

1.3.5 Algoritmo

1.3.6 Sintaxe e Semântica

1.3.7 Linguagem de programação

1.3.8 Programação Estruturada

REFERÊNCIAS BÁSICAS

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES

UNIDADE I – ALGORITMOS

1.1 Objetivos da aula

Apresentar os conceitos básicos de algoritmos e sua importância na elaboração de soluções para resolver determinados problemas e definir uma pseudo-linguagem (pseudocódigo) que será utilizada no desenvolvimento de algoritmos.

1.2 CONCEITOS BÁSICOS

1.2.1 Lógica

De acordo com Araújo (2005) a lógica é a ciência das formas do pensamento, além de estudar a correção do raciocínio, visto que ele é a forma mais complexa do pensamento. Pode-se dizer ainda que a lógica visa a ordem da razão, que nossa razão pode funcionar desordenadamente e que ela estuda e ensina a colocar ordem no pensamento.[3]

Araújo (2005) destaca ainda que Forbellone e Eberspacher (2000) afirmam também que o raciocínio é algo abstrato, intangível. Lembram que os seres humanos têm a capacidade de expressá-los através da palavra falada ou escrita que, por sua vez, se baseia em um determinado idioma que segue uma série de padrões (gramática). Ressaltam que o mesmo raciocínio pode ser expresso em qualquer um dos inúmeros idiomas existentes, mas continuará representado o mesmo raciocínio, usando apenas outra convenção. [3]

(Glossário) **ABSTRATO** - Que utiliza abstrações, que opera com qualidades e relações, e não com a realidade sensível. Aquilo que se considera existente só no domínio das idéias e sem base material.

(Glossário) **INTANGÍVEL** - Em que não se pode tocar; impalpável, intátil, intocável.

Os conceitos mostrados acima destacam a capacidade do ser humano em realizar uma das operações mais complexas existentes no mundo atual: a lógica do pensamento. Muitas vezes fazemos a leitura de determinado texto e inicialmente apresentamos um entendimento. Se fizermos uma leitura mais detalhada, observando os pormenores das

palavras escritas, analisando cuidadosamente todos os itens, palavras, frases, parágrafos, é possível que tenhamos entendimento diferente do verificado inicialmente.

Esse comportamento é verificado em razão de vários fatores, como por exemplo, a experiência do leitor sobre o assunto tratado, a quantidade de informação prévia adquirida sobre o tema, entre outros, mas com certeza irão influenciar a compreensão de determinado texto. Desde já se torna importante para você que deseja se tornar um programador de computadores, ao se deparar com qualquer texto, seja de que assunto for, obtenha informações adicionais para o correto entendimento do tema.

1.3.2 Dado e Informação

Araújo (2005) adverte que os conceitos de dado e informação, geralmente, são confundidos um com o outro. Antes de definir e explicitar a diferença entre eles, vale lembrar que estas palavras não são privadas e tão pouco foram criadas para a área de Informática e Computação. Você pode realizar pesquisa em dicionários, livros e até mesmo na Internet para encontrar diversas interpretações para o mesmo conceito. [3]

(Glossário) **INTERNET** - É uma grande rede de computadores formada por redes menores gerando um conglomerado de redes em escala mundial de milhões de computadores interligados pelo protocolo de comunicação TCP/IP, permitindo o acesso a informações e todo tipo de transferência de dados.

Os **dados** referem-se a um conjunto de coisas organizadas por certo critério, normalmente o resultado da experiência ou observação de outras informações de determinado sistema, utilizado para ser manipulado por um sistema computacional. Os dados podem consistir em números, palavras ou imagens, objetos, pessoas, ou qualquer outro tipo de entidade apresentando certos atributos com possibilidade de ser manipulado ou observações de um conjunto de variáveis.[10]

Os **dados em bruto** são um conjunto de números, caracteres, imagens ou outros dispositivos de saídas para converter quantidades físicas em símbolos, num sentido muito extenso. Normalmente se utiliza uma unidade de entrada para inserir os dados em um computador e esses

dados são armazenados em memórias do tipo permanente (por exemplo, discos rígidos) para posterior processamento. Após o processamento, a manipulação dos dados se torna **informação** útil ao usuário, apresentadas na unidade de saída do computador.[10]

Informação é o resultado do processamento, manipulação e organização de dados de tal forma que represente uma modificação (quantitativa ou qualitativa) no conhecimento do sistema de acordo com a natureza do assunto tratado. [10]

Informação enquanto conceito carrega uma diversidade de significados, do uso cotidiano ao técnico, representando na ciência da computação uma coleção de fatos ou de outros dados fornecidos à máquina, a fim de se objetivar um processamento. Genericamente, o conceito de informação está intimamente ligado às noções de restrição, comunicação, controle, dados, forma, instrução, conhecimento, significado, estímulo, padrão, percepção e representação de conhecimento. Cada tipo de informação está associada a um determinado conjunto de dados, criados especificamente para se adequar aos processos de transmissão da informação.[10][3]

A informação necessita, além de um conjunto específico de dados, de regras de formação para que possa ser expressa. Sem essas regras, a reunião de dados não carregaria nenhuma informação, sendo impossível a obtenção de conteúdos lógicos na mistura aleatória dos dados. Por isso, a quantidade de dados necessários para que tenhamos um conjunto que satisfaça um universo de informações, pode ser mínimo. [3]

É comum nos dias de hoje ouvir-se falar sobre a “Era da Informação”, o advento da "Era do Conhecimento" ou “Sociedade do Conhecimento”. Como a sociedade da informação, a tecnologia da informação, a ciência da informação e a ciência da computação em informática são assuntos e ciências recorrentes na atualidade, a palavra "informação" é freqüentemente utilizada sem muita consideração pelos vários significados que adquiriu ao longo do tempo. [10]

(Glossário) RECORRENTE - Diz-se de processo que pode ser indefinidamente continuado uma vez que seus efeitos parciais, sucessivamente, se transformam em causas de efeitos semelhantes.

O processamento de dados consiste em uma série de atividades ordenadamente realizadas, com o objetivo de produzir um arranjo determinado de informações a partir de dados obtidos inicialmente. Esse processo segue o esquema mostrado na figura 1.1.

Figura 1.1 – Processamento de Dados



1.3.3 Ação

Guimarães e Lages (1985) conceituam ação como um evento que ocorre num período de tempo finito, estabelecendo um efeito bem definido. [4]

Exemplificando temos:

“caminhar até uma determinada praça”

“escrever uma carta”

“descascar as batatas para o jantar”

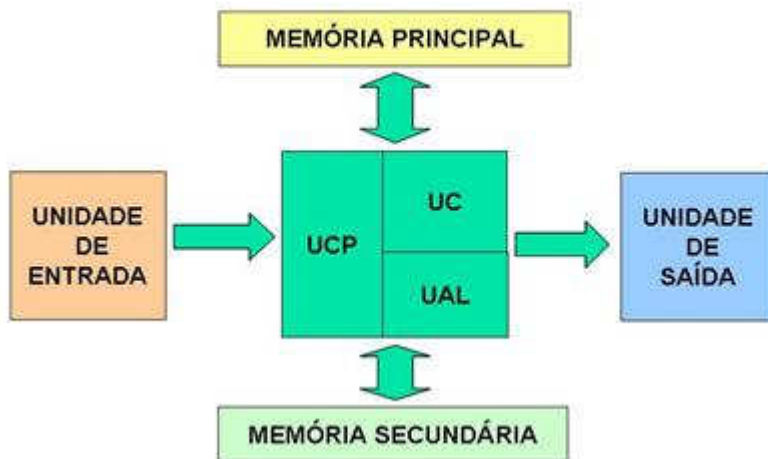
Ao definirmos uma ação, estamos realmente interessados nos efeitos que ela irá produzir e não especificamente na ação. A intenção na execução de uma ação é estabelecer esse efeito, que então naturalmente deve ser bem definido. Ações com efeito imprevisível não nos interessa e é prejudicial no desenvolvimento de algoritmos. Precisamos ter em mente que é fundamental que a ação leve um período de tempo finito para ser executada, ou seja, a ação será iniciada e terminada em algum momento.[4]

1.3.4 Computador

Um computador é uma máquina composta por diversos elementos com a finalidade de manipular símbolos. Os símbolos são utilizados para tratar os dados e transformá-lo em informação útil ao usuário. Essa máquina é capaz de receber, armazenar e enviar dados, e de efetuar, sobre estes, seqüências previamente programadas de operações aritméticas (como cálculos) e lógicas (como comparações), com o objetivo de resolver problemas. Embora os computadores se

apresentem de várias formas, tamanhos e tipos, todos apresentam alguns elementos considerados essenciais para execução das operações que são: unidade de entrada, unidade central de processamento, memória principal, memória secundária e unidade de saída, conforme mostrado na figura 1.2.[2][9]

Figura 1.2 – Componentes do Computador



A **Unidade de Entrada** é utilizada para possibilitar a entrada de dados que serão manipulados no computador.

A Unidade Central de Processamento é o “cérebro” do computador. Esta unidade é responsável por executar todas as tarefas submetidas ao computador. É dividida em duas partes: a **Unidade de Controle** (UC) e a **Unidade de Aritmética e Lógica** (UAL). A Unidade de Controle é utilizada para controlar todos os dispositivos disponíveis no seu computador, como discos rígidos, teclado, monitor, etc. e a Unidade de Aritmética e Lógica é responsável por executar as operações aritméticas e lógicas do seu computador.

A **Memória Principal** é o espaço de trabalho do computador. Fisicamente é um conjunto de circuitos integrados, chamado de RAM (*Random Access Memory*). A memória principal é um recurso muito importante, pois determina o tamanho e o número de programas que podem ser executados ao mesmo tempo, como também a quantidade de dados que podem ser processados no mesmo instante. A principal característica da memória principal é a **volatilidade**, representando neste caso específico que o dado se mantém armazenado na memória enquanto houver corrente elétrica alimentando o computador.

Considerando que os dados armazenados na memória principal somente se mantêm enquanto houver energia, existe a necessidade de se gravar os dados de forma permanente, onde as informações se mantenham mesmo desligando o computador. Para esse fim utilizamos a **Memória Secundária**. O principal dispositivo utilizado como memória secundária é o disco rígido (*Hard Disk – HD*).

(Glossário) DISCO RÍGIDO - Principal meio de armazenamento do computador. Utilizado para guardar de forma permanente os dados gerados pelos programas do usuário. É constituído por lâminas redondas revestidas de material ferromagnético.

A **Unidade de Saída** é utilizada para apresentar o resultado das operações realizadas pelo computador. O principal componente utilizado como unidade de saída é o monitor.[17]

De acordo com Martins (1994), computadores são considerados **máquinas automáticas** no sentido em que, uma vez alimentada com a informação necessária, trabalha por si só, sem a intervenção humana. Isso não quer dizer que ele inicie o seu trabalho sozinho, com inteligência própria, apenas que uma vez iniciado seu trabalho, ele será levado até o final sem intervenção humana. Para isso, o computador utiliza um **programa**, um conjunto de instruções que definem o que será executado, passo por passo. As instruções são escritas utilizando uma linguagem de programação e armazenadas no computador.[2]

Ao conjunto de dispositivos (componente físicos) que formam o computador, isto é, a máquina propriamente dita denomina-se **hardware** e o nome dado aos programas de um computador, ou seja, o conjunto ordenado de instruções, expresso em linguagens especiais e compreensíveis para a máquina, para que ela possa executar as operações que desejamos chamamos de **software**.

Martins (1994) ainda informa que computadores são máquinas digitais, pois para manipular os dados, efetua operações sobre dados codificados utilizando representação binária, composto somente de dois números: 0 e 1. O **bit** (*Binary digiT* em inglês) é utilizado para representar os dados que serão inseridos, armazenados, manipulados ou transmitidos pelo computador. Contudo, um bit por si só, considerando seus dois valores possíveis, 0 e 1, não é capaz de

representar algum dado. Para permitir a representação dos dados, os bits são agrupados em um conjunto de 8 (oito) bits para formar uma seqüência com a possibilidade de representar um dado, chamado de **byte**. [2][13]

O byte identifica um caractere. Podemos fazer uma correspondência biunívoca entre cada número decimal (0 a 9), as letras maiúsculas e minúsculas (A até Z), os símbolos matemáticos, a pontuação, etc, com um respectivo byte. A figura 1.3 apresenta a tabela ACII (*American Standard Code for Information Interchang*), com a codificação dos caracteres utilizados pelo computador.

Figura 1.3 – Código ASCII

Caracter	Código ASCII	Caracter	Código ASCII
(espaço)	0100 0000	M	1010 1101
!	0100 1110	N	1010 1110
"	0100 1000	O	1010 1111
#	0100 1011	P	1011 0000
\$	0100 0100	Q	1011 0001
%	0100 1010	R	1011 0010
&	0100 1001	S	1011 0011
'	0100 1101	T	1011 0100
(0100 1111	U	1011 0101
)	0100 1100	V	1011 0111
*	0100 0111	W	1011 0111
+	0101 1101	X	1011 1000
A	1010 0001	Y	1011 1001
B	1010 0010	Z	1011 1010
C	1010 0011	0	0101 0000
D	1010 0100	1	0101 0001
E	1010 0101	2	0101 0010
F	1010 0110	3	0101 0011
G	1010 0111	4	0101 0100
H	1010 1000	5	0101 0101
I	1010 1001	6	0101 0110
J	1010 1010	7	0101 0111
K	1010 1011	8	0101 1000
L	1010 1100	9	0101 1001

1.3.5 Algoritmo

Podemos encontrar na literatura atual, diversos conceitos de algoritmo. Segundo Farrer et. al. (1989), algoritmo é a descrição de um conjunto de comandos que, obedecidos, resultam numa sucessão finita de ações.[1]

De acordo com Martins, (1994), algoritmo não é mais do que uma descrição da seqüência de passos a seguir para atingir determinado objetivo. No entanto, nem todas as seqüências de passos para atingir determinado objetivo podem ser consideradas um algoritmo, pois todo algoritmo deve possuir três características: ser rigoroso, ser eficaz e ter a garantia de terminar, ou seja, a seqüência de passos precisa ser finita.[2]

Conforme descrito por Araújo (2005), as etapas para resolução de um processo, podemos chamar de especificação de seqüência ordenada de passos. E a esta especificação, damos o nome de algoritmo.[3]

Para Guimarães e Lages (1985), algoritmo é a descrição de um padrão de comportamento, expressado em termos de um repertório bem definido e finito de ações “primitivas”, das quais damos por certo que elas podem ser executadas. Um algoritmo é, em outras palavras, uma norma executável para estabelecer certo efeito desejado, que na prática será geralmente a obtenção de uma solução a certo tipo de problema.[4]

(Glossário) **REPERTÓRIO**. Coleção, compilação, conjunto.

Em todos os conceitos mostrados acima, verificamos que existe o entendimento, direto ou indiretamente, de algo que é realizado seguindo uma determinada seqüência, e acredito que essa seqüência seja lógica, ou seja, segue um raciocínio lógico, ordenadamente pensado, visando executar a tarefa realizando a menor quantidade de passos possíveis.

Outro item que posso destacar é a necessidade de que a execução dos passos precisa terminar em algum momento, não se justificando sua execução indefinidamente.

Observa-se também a necessidade de não haver duplo sentido no problema apresentado, o texto da situação proposta precisa ser claro e objetivo, sem dupla interpretação, eliminando por completo ambigüidades porventura identificadas.

Se observarmos com cuidado, executamos algoritmos todos os dias sem a percepção de estar realizando algo provido de seqüência lógica. É muito comum, ao levantarmos pela manhã, executarmos os mesmos procedimentos antes de sair de casa para o trabalho ou escola, por exemplo. Em geral após levantarmos, nos dirigimos para o asseio pessoal, ou ainda para o café da manhã. Em seguida, nos arrumamos com a roupa desejada e em seguida saímos de casa. Verifique a existência de certa repetição, ao todo ou em parte, nos procedimentos executados todos os dias. Essa seqüência de passos executados com o objetivo de realizar determinada tarefa com tempo determinado (finito) podemos chamar também de algoritmo.

Em outras tarefas rotineiras do dia-a-dia também se observa a presença de algoritmo, como por exemplo, a elaboração de uma refeição ou sobremesa, seguindo determinada receita. A receita apresentada, além dos ingredientes necessários para preparação do prato, apresenta uma seqüência de ações que precisam ser seguidas para realização da tarefa de forma satisfatória.

Guimarães e Lages (1985) informam que a grande dificuldade na concepção do algoritmo é o problema do relacionamento de dois aspectos fundamentais: um aspecto estático e outro dinâmico. O aspecto estático está relacionado à formulação do texto onde você estabelece comandos (instruções) que devem ser executados numa ordem prescrita. Esse texto é uma representação concreta do algoritmo e tem um caráter evidentemente estático, atemporal, expandido somente no espaço (a folha de papel).[4]

(Glossário) **ATEMPORAL** - Que independe do tempo.

Por outro lado, este texto não nos interessa em si, mas sim o resultado que será apresentado no final. Interessa então, os efeitos que pode evocar sua execução no tempo, dado um conjunto de “valores iniciais”. Cada execução de um algoritmo é desta forma, um evento com características dinâmicas, evoluindo com o passar do tempo. Constatamos dessa forma uma grande dificuldade de entender (“visualizar”) as estruturas dinâmicas das possíveis execuções do algoritmo a partir da estrutura estática do texto do algoritmo.[4]

1.3.6 Sintaxe e Semântica

Para Martins (1994), toda linguagem apresenta dois aspectos distintos: a forma da linguagem e o significado e o significado associado à forma. Esses aspectos são denominados, respectivamente, a **sintaxe** e a **semântica** da linguagem.

A **sintaxe** de uma linguagem é o conjunto de regras que definem as relações válidas entre os componentes da linguagem, tais como as palavras e as frases. A sintaxe nada diz em relação ao significado da linguagem. Na linguagem utilizada por nós, a sintaxe é conhecida como gramática e de forma análoga, em se tratando de linguagem de programação de computadores, a sintaxe é definida através da gramática.

A **semântica** de uma linguagem define qual o significado de cada frase da linguagem. A semântica nada diz quanto ao processo de geração das frases na linguagem. A descrição da semântica de uma linguagem de programação é muito mais difícil do que a descrição da sua sintaxe.[2]

Para PEREZ(2009) a semântica trata da análise do significado das expressões, das instruções e das unidades de programa. A semântica é importante para que os programadores saibam precisamente o que as instruções de uma linguagem fazem. A semântica pode ser **operacional, axiomática e denotacional**.

Na **semântica operacional**, segundo PEREZ (2009) é descrito o significado de um programa ao executar suas instruções em uma máquina, real ou simulada. As alterações que ocorrem no estado de uma máquina, quando determinada instrução é executada, define o significado desta. O estado de um computador é definido pelos valores de todos os seus registradores e de suas localizações de memória. Para avaliar a semântica operacional de um programa é necessário o uso de um simulador (computador hipotético) e então traduzir a linguagem de alto nível, descrita pela linguagem de programação, em linguagem de mais alto nível, que será interpretada pelo simulador.

(Glossário) REGISTRADORES - É um tipo de memória de pequena capacidade, porém muito rápida, contida na CPU, utilizada no armazenamento temporário durante o processamento.

A **semântica axiomática**, PEREZ (2009) define como o método para provar a exatidão dos programas e mostra a computação descrita por sua especificação. Cada instrução de um programa tanto é precedida como seguida de uma expressão lógica que especifica restrições a variáveis. As expressões lógicas são usadas para especificar o significado das instruções. As restrições são descritas pela notação do cálculo de predicados.

(Glossário) **NOTAÇÃO** - Conjunto de sinais com que se faz essa representação ou designação.

Baseado na teoria da função recursiva, PEREZ (2009) explica que na **semântica denotacional**, para cada entidade da linguagem deve ser

definido tanto um objeto matemático como uma função que relacione instâncias daquela entidade com as deste. Os objetos representam o significado exato de suas entidades correspondentes. A dificuldade no uso deste método está em criar os objetos e as funções de correspondências. Os objetos matemáticos denotam o significado de suas entidades sintáticas correspondentes.

(Glossário) RECURSIVO - Que apresenta recursividade; iterativo. Propriedade do que pode ser repetido.

Martins (1994) define que o processo de detecção e correção, tanto de erros sintáticos como dos erros semânticos, dá-se o nome de **depuração** (do verbo depurar, tornar puro, limpar). Em inglês, esse processo é denominado **debugging** e aos erros que existem num programa, tanto erros sintáticos como semânticos, chama-se **bugs** (do inglês, inseto).[2]

1.3.7 Linguagem de Programação

Guimarães e Lages definem **linguagem de programação** como uma técnica de notação para programar, com a intenção de servir de veículo para:

- a) expressão de um raciocínio algoritmo;
- b) execução automática de um algoritmo no computador.

Quando se pensa em programação de computadores, a primeira coisa que vem logo em mente é a de um usuário, sentado em frente ao seu computador, utilizando determinado programa e criando seus códigos, baseado em conhecimento prévio absorvido ao longo de sua vida.

Programação de computadores exige muito mais do que um computador potente, considerado como último da linha. Para ser bom programador é necessário raciocínio lógico apurado e disposição em realizar diversas tarefas sem a utilização do computador.[4]

1.3.8 Programação Estruturada

Basicamente, para Guimarães e Lages a programação estruturada consiste em uma metodologia de projeto de programas visando facilitar:

- a escrita dos programas;
- a leitura (o entendimento) dos programas;
- a manutenção e modificação dos programas;
- e permitir a verificação a priori dos programas.

A redução da complexidade acontece em três níveis:

- a) desenvolvimento de programas em diferentes fases por refinamento sucessivo (desenvolvimento top-down);
- b) decomposição do programa total em módulos funcionais, organizados de preferência em um mesmo sistema hierárquico;
- c) usando dentro de cada módulo só um número muito limitado de estruturas básicas de fluxo de controle.[4]

(Saiba mais)O uso do termo *bug* ("inseto", em inglês) para descrever defeitos inexplicáveis foi parte do jargão da engenharia por várias décadas; pode originalmente ter sido usado na engenharia mecânica para descrever maus funcionamentos mecânicos. Diz-se que o termo foi criado por Thomas Edison quando um inseto causou problemas de leitura em seu fonógrafo em 1878, mas pode ser que o termo seja mais antigo.

A invenção do termo freqüentemente é atribuída erroneamente a Grace Hopper, ao publicar em 1945 que a causa do mau funcionamento no computador Mark II, da Universidade de Harvard, seria um inseto preso nos contatos de um relê.

O ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer), primeiro computador digital completamente eletrônico, também contribuiu ao uso da palavra. Ele era movido a válvulas e, assim, atraía milhares de insetos. Como dezenas a centenas de válvulas queimavam a cada hora o computador, que ocupava o espaço de uma sala, era aberto freqüentemente e montes de insetos mortos eram varridos para fora. Diz-se que esses insetos provocavam Curto Circuitos nas placas do ENIAC levando a falhas nos programas.[16]

REFERÊNCIAS BÁSICAS

- [1] FARRER, Harry. et. al. **Programação estruturada de Computadores. Algoritmos estruturados.** 2 Ed. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, 1989.
- [2] MARTINS, J. Pavão. **Introdução à programação usando Pascal.** Lisboa: Editora McGraw-Hill de Portugal Lda, 1994.
- [3] ARAÚJO, Everton Coimbra de. **Algoritmos: Fundamentos e Prática.** 2 Ed. ampl. e atual. Florianópolis: VisualBooks Editora, 2005.
- [4] GUIMARÃES, Ângelo de Moura. LAGES, Newton Alberto de Castilho. **Algoritmos e estruturas de dados.** Rio de Janeiro: Campus, 1985.
- [5] SCHILDT, Herbert. **C Completo e total.** São Paulo: MAKRON BOOKS, 1997.
- [6] LOUDON, Kyle. **Dominando algoritmos com C.** São Paulo: CIENCIA MODERNA COMPUTAÇÃO, 2000.
- [7] LAUREANO, Marcos. **Programando em C para Linux, Unix e Windows.** Rio de Janeiro: Brasport Livros, 2005.
- [8] MEDINA, Marco. FERTIG, Cristina. **Algoritmos e programação: teoria e prática.** São Paulo: NOVATEC INFORMATICA, 2005.
- [9] FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Dicionário Aurélio Século XXI.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.
- [10] INFORMAÇÃO. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Informa%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 15/07/2009.
- [11] PEREZ, Anderson Luiz Fernandes. **Linguagens de programação: sintaxe e semântica de linguagens de programação e conceitos de linguagens compiladas e interpretadas.** Disponível em <<http://www.univasf.edu.br/~anderson.perez/ensino/intprog/>> acesso em 16/07/2009.
- [12] BARBOSA, Lisbete Madsen. **Ensino de algoritmos em cursos de computação.** São Paulo: EDUC, 2001.
- [13] BIT. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Bit>>. Acesso em: 15/07/2009.
- [14] CÓDIGO-FONTE. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo-fonte>>. Acesso em: 15/07/2009.
- [15] PI (Π). In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Pi>>. Acesso em: 17/07/2009.
- [16] BUGS. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Bug>> . Acesso em: 15/08/2009.

[17] FREEDMAN, Alan. **Dicionário de Informática**. São Paulo: Makron Books, 1995.

[18] RAIZ QUADRADA. Wikipédia a Enciclopédia Livre. Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Raiz_quadrada> acesso em 30/07/2009.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES

SCHILDT, Herbert. **C Completo e total**. São Paulo: MAKRON BOOKS, 1997.

DAMAS, Luís. **Linguagem C**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

LOUDON, Kyle. **Dominando algoritmos com C**. São Paulo: CIENCIA MODERNA COMPUTAÇÃO, 2000.

JAMSA, Kris. **Programando em C/C++: a bíblia**. São Paulo: Makron Books, 2000.

LOPES, Anita. **Introdução a programação: 500 algoritmos resolvidos**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

LAUREANO, Marcos. **Programando em C para Linux, Unix e Windows**. Rio de Janeiro: BRASPORT LIVROS, 2005.

DEITEL, Paul J.; DEITEL, Harvey M. **C++ como programar**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

PINTO, Wilson Silva. **Introdução ao desenvolvimento de algoritmos e estrutura de dados**. São Paulo: Érica, 1990. KERNIGHAN, Brian W.; RITCHIE, Dennis M. **C: a linguagem de programação**. Rio de Janeiro: Campus, 2000. (005.133 K39c).

MANZANO, José Augusto N. G.; OLIVEIRA, Jayr Figueiredo. **Estudo dirigido de algoritmos**. São Paulo: Érica, 1997. SALVETTI, Dirceu Douglas; BARBOSA, Lisbete Madsen. **Algoritmos**. São Paulo: Makron Books, 1998. (005.1. S183A).

MIZRAHI, Victorine Viviane. **Treinamento em linguagem C: curso completo**. Módulo I. São Paulo: McGraw-Hill, 1990.